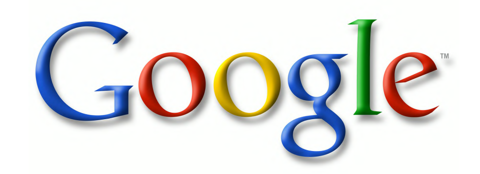
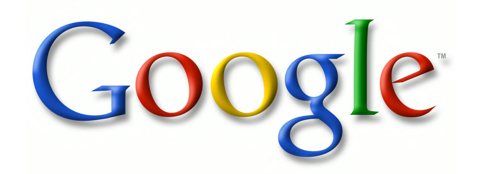




Die Entphosphorung des Eisens

durch den

Thomas-Prozeß

und ihre Bedeutung für die Landwirthschaft.

Von

Dr. M. Fleischer,
Dirigent der Königl. preußischen Moor-Versuchs-Station zu Bremen.



Berlin.
Verlag von Paul Parey.
Verlagshandlung für Landwirthschaft, Gartenbau und Forstwesen.
1886.

Die Entphosphorung des Eisens

durch den

Thomas-Prozeß

und ihre Bedeutung für die Landwirthschaft.

Von

Dr. M. Fleischer,

Dirigent der Königl. preußischen Moor-Versuchs-Station zu Bremen.



Berlin.

Verlag von Paul Parey.

Verlagshandlung für Landwirthschaft, Gartenbau und Forstwesen.

1886.

Sonderabdruck aus der „Deutschen Landwirthschaftlichen Presse“.

Am 10. April 1879 erhielt der Engländer Sidney Gilchrist Thomas aus Battersea in Surrey ein deutsches Reichspatent auf: „das Nachblasen nach vollendeter Entkohlung in Verbindung mit dem Zusatz basischer Substanzen, durch welche eine erdbasische Schlacke erzeugt wird, bei der Entphosphorung des Eisens in einer mit basischem Futter versehenen Bessemerbirne."

Wie das neue Verfahren einen der bedeutungsvollsten Fortschritte in der Eisenfabrikation bezeichnet, so bietet dasselbe in dem dabei abfallenden Product, der sogenannten „Thomasschlacke", der Landwirthschaft ein höchst werthvolles Phosphat, welches schon jetzt angefangen hat, eine große Rolle zu spielen, und bei der Massenhaftigkeit, in der es gewonnen wird, jedenfalls ausreichend ist, um die Einfuhr ausländischer Phosphate unnöthig zu machen. Eine eingehendere Besprechung des Verfahrens selbst, des dabei abfallenden, für die Landwirthschaft wichtigen Nebenproductes, dessen Verarbeitung zu Düngungszwecken und Mittheilungen über die bisher beobachtete Düngerwirkung der daraus hergestellten Fabrikate möchte daher durchaus zeitgemäß sein und wird hoffentlich dazu beitragen, die Aufmerksamkeit immer weiterer Kreise auf die letzteren zu lenken.

Nach den Mittheilungen des Geheimen Bergrath Wedding*) enthalten mindestens 90 pCt. aller in Deutschland geförderten Eisen-

*) Den nachfolgenden Bemerkungen über das Thomas-Verfahren habe ich im Wesentlichen das Werk des Geheimen Bergrath Wedding: Die Darstellung des schmiedbaren Eisens in praktischer und theoretischer Beziehung. Erster Ergänzungsband. Der basische oder Bessemer-Proceß. Braunschweig 1884, Friedr. Vieweg & Sohn, und ferner die bei einem Besuch des Peiner Walzwerks, unter freundlicher Führung des Herrn Hoyermann-Hoheneggelsen erhaltenen Aufklärungen zu Grunde gelegt.

erze über 0.23 pCt. Phosphorsäure. Beim Verschmelzen der Eisenerze mit Kohle im Hochofen wird die Phosphorsäure zu Phosphor reducirt und bildet mit einem entsprechenden Theil des metallischen Eisens Phosphoreisen. Während selbst erheblichere Mengen von Phosphor die Güte des Roheisens nicht allzu sehr beeinträchtigen, falls letzteres nur zur Herstellung von Gußwaaren verwendet werden soll, sind dieselben bei der Verarbeitung des Roheisens auf Stahl und auf schweißbares (Schmiede-) Eisen äußerst störend, da schon ein Gehalt von 0.25 pCt. Phosphor das Schmiedeeisen „kaltbrüchig" macht. Zwar ermöglichten die früher üblichen Verfahren zur Umwandlung des Roheisens in Schmiedeeisen und Stahl eine, wenn auch nur unvollständige Ausscheidung des Phosphors durch Oxydation desselben zu Phosphorsäure und Ueberführung der letzteren in die Schlacke, aber gerade bei dem Verfahren, welches in neuer Zeit seiner besonderen Vorzüge wegen die größte Verbreitung gewonnen hatte, dem Bessemer-Proceß, gelang die Abscheidung des Phosphors nicht. Versuche, darauf gerichtet, die zu verhüttenden Eisenerze durch mechanische Abtrennung der anhaftenden phosphorsäurehaltigen Mineralien oder durch chemische Extraction der Phosphorsäure mittelst Säuren*) zu reinigen, oder beim Schmelzen im Hochofen den aus Phosphorsäure entstehenden Phosphor zu verflüchtigen, oder endlich die Phosphorsäure in die Schlacke zu bringen und so ein für den Bessemer-Proceß geeignetes Roheisen zu gewinnen, erzielten ein mangelhaftes oder zu kostspieliges Resultat, und die deutsche Eisen-Industrie sah sich vor die Alternative gestellt, die Herstellung von Bessemer-Eisen entweder auf ein Minimum zu beschränken oder ausländische, an Phosphorsäure ärmere Eisenerze einzuführen.

Um den durch die Einführung des Thomas-Verfahrens erzielten Umschwung dieser Verhältnisse verständlich zu machen, ist es nöthig, auf den Bessemer-Proceß in seiner früheren und seiner jetzigen Gestalt etwas näher einzugehen.

Roh-(Guß-)Eisen, Stahl und Schmiedeeisen unterscheiden sich im Wesentlichen durch ihren verschiedenen Kohlenstoffgehalt von einander. Roheisen wird in Stahl und Schmiedeeisen verwandelt, indem man den größeren Theil seines Kohlenstoffs (durch Verbrennen) in Kohlensäure und Kohlenoxyd überführt und so austreibt und gewisse beigemengte Bestandtheile, wie Mangan, Silicium,

*) So auf der Kladnohütte in Böhmen, wo die phosphorsaure Thonerde enthaltenden Erze erst geröstet, dann mit einer Lösung von schwefliger Säure behandelt wurden. Das extrahirte Phosphat kam vor etwa 12 Jahren unter dem Namen „Kladnophosphat" in den Handel, enthielt 30—40 pCt. Phosphorsäure und bewährte sich bei einer Reihe von Düngungsversuchen als ein dem Superphosphat gleichwerthiges Düngemittel.

Schwefel und Phosphor, zu Manganoxyd, Kieselsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure oxydirt und in der Schlacke entfernt. (Von der zurückbleibenden Kohlenstoffmenge hängt es ab, ob Schmiedeeisen oder Stahl resultirt.)

Beim Bessemer-Proceß wird die Oxydation des Kohlenstoff und der übrigen genannten Roheisen-Beimengungen dadurch bewirkt, daß man das geschmolzene Roheisen in den sogenannten Converter (auch Bessemerbirne genannt), ein birnenförmiges, oben offenes, um eine horizontale Axe drehbares Gefäß mit siebartig durchlöchertem Boden einfließen und hier von einem stark gepreßten, durch die Bodenöffnungen tretenden Luftstrom durchstreichen läßt. Der Converter wurde früher mit einem aus feuerfesten Ziegeln (deren Hauptbestandtheil Kieselsäure ist) hergestellten Futter ausgekleidet. Während nach dem Eintreten des Luftstromes in den Converter die Umwandlung des Kohlenstoffes in gasförmig entweichendes Kohlenoxyd und Kohlensäure und des Mangans und Siliciums in die in die Schlacke tretenden Verbindungen Manganoxyd und Kieselsäure in sehr kurzer Zeit vollendet ist, wird die Umwandlung des Phosphors in Phosphorsäure durch die Anwesenheit der aus dem Eisen abgeschiedenen und im Converterfutter enthaltenen Kieselsäure verhindert. Um den störenden Einfluß der letzteren auszuschließen, ist schon früher der Vorschlag gemacht worden, an die Stelle der kieselsäurereichen Converter-Auskleidung ein basisches Material zu setzen. Ein solches, praktisch verwendbares Futter aufzufinden, gelang jedoch erst Gilchrist Thomas. Dasselbe besteht in feuerfesten, aus magnesiahaltigem Kalkstein (Dolomit) hergestellten Ziegeln.*) Zur Bindung der aus dem Silicium des Roheisens entstehenden Kieselsäure und zur Schonung des kostspieligen Converter-Futters bedurfte es ferner noch eines basischen Zuschlages zur Beschickung der Birne. Man wählte als solchen gebrannten Kalk. Derselbe wird in weit größeren Mengen zugesetzt, als zur Bindung der Kieselsäure nöthig wäre, weil er zugleich das Oxydationsproduct des Phosphors, die Phosphorsäure, aufnehmen soll, weil ferner ziemlich große Verluste durch Verstäuben und Ausblasen entstehen, und weil endlich ein sicherer Ueberschuß in der Schlacke vorhanden sein muß.

Für die Leser, welche mit dem hochinteressanten Proceß und weiterhin mit der Verarbeitung der Thomasschlacke sich bekannt machen wollen, ist der Besuch des Peiner Walzwerks bei Peine

---

*) Auf dem Peiner Walzwerk werden diese Ziegeln in der Weise fabricirt, daß todtgebrannter und zu erbsengroßen Stücken gemahlener Dolomit mit Theer angemengt und zu Steinen geformt wird. Letztere werden im Ofen bis zur Rothgluth erhitzt, wobei der Theer abdestillirt, und der zurückbleibende koksartige Kohlenstoff den Dolomit fest verkittet. Der ca. 45 cm dicke Boden des Converters wird in einem Stück hergestellt, wobei er gleich die nöthige Anzahl von Mundlöchern erhält.

und der dortigen Anlagen von Herrn G. Hoyermann (Hohen-eggelsen bei Peine) anzuempfehlen. Das außerordentlich übersichtlich angeordnete Werk gestattet es, mit leichter Mühe den Proceß von Anfang bis zu Ende zu verfolgen. Die Bessemerhütte ist hier für 6 Converter eingerichtet, deren jeder 10 000 kg Roheisen und die nöthige Menge Zuschlagkalk (1700 kg) aufnehmen kann. — Die Birnen hängen in einer Höhe von ca. 5 m über der Hüttensohle. Ihre Beschickung geht in folgender Weise vor sich: In die senkrecht hängende Birne wird der stark erhitzte gebrannte Kalk durch Rinnen von oben eingeführt, dann mittelst hydraulischer Maschinen der Converter so geneigt, daß aus den dahinter befindlichen Schmelzöfen das flüssige Roheisen einströmen kann, ohne aus den Bodenöffnungen auszufließen. Darauf läßt man den in gewaltigen Gebläsemaschinen entwickelten und gepreßten Luftstrom durch die Bodenlöcher eintreten und bringt den Converter wieder in seine senkrechte Lage. Aus der Mündung des letzteren sprüht ein Funkenregen, in welchem man mittelst eines kleinen Spectralapparates die Calcium- und Magnesium-Linien des Spectrums erkennt. In den ersten zwei Minuten verbrennt Silicium und Mangan zu Kieselsäure und Manganoxyd, dann oxydirt sich der Kohlenstoff zu Kohlensäure und Kohlenoxyd, welches letztere an den austretenden blauen Flämmchen leicht erkannt werden kann. Die Verbrennung des Kohlenstoffs ist beendet (nach etwa fünf weiteren Minuten), sobald im grünen Theil des Spectrums die gelbe Mangan-Linie verschwunden ist, und es beginnt nun (beim sogenannten „Nachblasen“) unter enormer Temperatursteigerung die Verbrennung des Phosphors zu Phosphorsäure, wobei die aus der Birne austretende Flamme hellleuchtend wird. Das Auftreten rother Eisendämpfe bezeichnet nach weiteren 5 Minuten die vollendete Oxydation des Phosphors und den Anfang der Eisenverbrennung. Der Converter wird gekippt, die Schlacke fließt in untergeschobene Kastenwagen ab und wird auf die Halde gefahren.*)

Die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Thomasschlacke.

Die Schlacke, wie sie den Converter verläßt, bildet keine homogene Masse. Nicht unbedeutende Beimengungen von metallischem Eisen und von Kalkstücken, welche mit in die Schlacke eingegangen sind, machen eine sorgfältige Sortirung nöthig, wenn man ein Product von einigermaßen gleichbleibendem Phosphor-

*) Der Thomasproceß ist damit noch nicht ganz beendet. Das vom Kohlenstoff völlig befreite Eisen, erhält je nach dem Zweck, welchem es dienen soll, größere oder geringere Mengen von kohlenstoffreichem Eisen zugesetzt und wird dann erst in die Gießpfannen abgelassen.

säuregehalt gewinnen will. Die Zusammensetzung der eigentlichen Schlacke ist natürlich je nach der Beschaffenheit des verwendeten Roheisens, nach der Menge des zugeschlagenen Kalkes und dem Gang des Processes verschieden. Aus sämmtlichen, mir zugänglich gewordenen mehr oder weniger vollständigen, theils in den Hütten-laboratorien, theils auf der Moor-Versuchs-Station ausgeführten Analysen von Thomasschlacke Deutscher Werke (40)*) berechnet sich folgender Mittlerer, Minimal- und Maximal-Gehalt an wichtigeren Bestandtheilen:

Ich stelle damit die von Hasenclever**) gefundenen Durchschnittszahlen (für die Schlacken deutscher Werke) zusammen.

	Im Minimum pCt.	Im Maximum pCt.	Im Mittel pCt.	Nach Hasenclever im Mittel pCt.	Mittel nach Hasenclever und Fleischer pCt.
Phosphorsäure	11.39	22.97	17.25	17.74	17.5
Kalk	38.00	58.91	48.29	50.98	49.6
Magnesia	1.14	8.10	4.89	4.46	4.7
Eisenoxydul	5.86	18.00	9.44	9.17	9.3
Eisenoxyd	1.91	7.00	3.78	4.40	4.1
Thonerde	0.14	3.70	2.04	?	2.0
Manganoxydul	0.55	5.62	3.91	4.12	4.0
Schwefel	0.05	1.41	0.49	?	0.5
Schwefelsäure	0	1.00	0.22	?	0.2
Kieselsäure	2.7	12.90	7.96	7.05	7.5

Die durch verschiedene Berechnung erhaltenen Mittelzahlen stimmen, wie man sieht, recht gut überein.

Außerdem enthielten die auf der Moor-Versuchs-Station untersuchten Schlacken

im Durchschnitt 0.57 pCt. Feuchtigkeit
und 2.53 „ Kohlensäure,

Bestandtheile, welche natürlich erst infolge des Lagerns an der Luft aufgenommen worden sind und bei längerem Lagern der Schlacken vermuthlich noch zunehmen werden.

Wenn nach obigen Zahlen der Phosphorsäuregehalt der

---

*) Zum größeren Theil berechnete Durchschnittswerthe aus einer größeren Anzahl von Analysen. Ich verdanke dieselben zum großen Theil den gefälligen Angaben der verschiedenen Deutschen Werke. (Vergl. auch die am Schluß folgende Zusammenstellung.)

**) Dr. H. Wedding, a. a. O., S. 177.

Schlacke auch um 100 pCt. schwanken kann, so steht doch der durchschnittliche Gehalt dem gefundenen Maximum näher als dem Minimum; in 70 pCt. der vorliegenden Analysen betrug der Phosphorsäuregehalt über 17 pCt. der Schlacke.

Da in den bislang gebräuchlichen Phosphatdüngern die Phosphorsäure fast ausschließlich an Kalk gebunden ist, so erschien, wenn eine directe Verwendung der Thomasschlacke zur Düngung in's Auge gefaßt wurde, die Frage nicht unwichtig, in welcher Verbindung sie hier vorkommt. Von vornherein war es wahrscheinlich, daß sie in der rohen Schlacke an Kalk gebunden sei, denn man weiß, daß bei sehr hoher Temperatur Phosphorsäure zu Eisenoxyd und Thonerde nur eine geringe Verwandtschaft besitzt, während ihre Verbindung mit Kalk in der Glühhitze nicht zersetzt wird, immerhin aber wäre es möglich, daß beim Erkalten der flüssigen Schlacke eine Veränderung einträte, und Verbindungen der Phosphorsäure mit Eisenoxyd, Eisenoxydul, Thonerde entständen, welche nach der durchschnittlichen Zusammensetzung der Schlacke (s. o.) etwa zwei Drittel der vorhandenen Phosphorsäure zu binden im Stande sind. Untersuchungen der Moor-Versuchs-Station haben es mindestens sehr wahrscheinlich gemacht, daß sämmtliche Phosphorsäure der rohen Thomasschlacke an Kalk — ein kleiner Theil vielleicht auch an Magnesia — gebunden ist. Dieselben zeigten, daß durch fortgesetzte Behandlung der Schlacke mit kohlensäurereichem Wasser alle Phosphorsäure extrahirt werden konnte, während von Eisen so gut wie garnichts, dagegen Kalk in beträchtlichen, Magnesia in geringen Mengen in Lösung gingen.

Der wichtigste Bestandtheil der rohen Thomasschlacke nächst der Phosphorsäure ist der Kalk. In der großen Mehrzahl der vorliegenden Analysen beträgt der Kalkgehalt über 45 pCt. der Schlacke. Zum kleineren Theil ist derselbe an Schwefelsäure, nach längerem Lagern auch an Kohlensäure, zum größeren Theil an Phosphorsäure gebunden und als Aetzkalk vorhanden. Nimmt man sämmtliche Kieselsäure als an Magnesia, Manganoxydul und an Eisenoxydul gebunden an, so würde zur Bindung von Schwefelsäure und Phosphorsäure ca. 21 pCt. Kalk erforderlich, mithin als freier Kalk noch ca. 28 pCt. anwesend sein. Vorausgesetzt wird bei dieser Rechnung, daß die Phosphorsäure als dreibasisch-phosphorsaurer Kalk vorhanden ist.*)

Bemerkenswerth ist endlich auch der Gehalt an Schwefel. Ob letzterer an Eisen oder Kalk gebunden ist, ist noch nicht auf-

*) Außerdem scheint die Schlacke einen kleinen Theil Phosphorsäure als vierbasisches Kalksalz zu enthalten, welches in dünnen braunen, bisweilen blau oder schwärzlich gefärbten tafelartigen Krystallen aus der Schlacke sich ausscheidet. (Siehe weiter unten.)

geklärt, er wird beim Uebergießen der Schlacke mit Säuren als Schwefelwasserstoff ausgetrieben; — bei längerem Liegen der Schlacke oxydirt er sich wahrscheinlich zu Schwefelsäure und bildet mit einem entsprechenden Theil des freien Kalkes Gips. (Einen pflanzenschädlichen Einfluß wird der Schwefel des vorhandenen Kalküberschußes wegen nicht ausüben können.)

Die erkaltete Thomasschlacke stellt Stücke von sehr verschiedener Härte dar. Während ein Theil sehr bald in kleine Partikel zerfällt, hält sich ein Theil lange Zeit in compacten, auf mechanischem Wege schwer zerkleinerbaren Stücken. Auch diese werden zwar allmälig unter dem Einfluß der Atmosphärilien zertrümmert, indem der von ihnen eingeschlossene Kalk sich löscht, infolge der Vergrößerung seines Volums den Zusammenhang der Schlackentheilchen lockert und dieselben auseinander treibt. Immerhin ist selbst nach ein Jahr langem Lagern auf der Halde die Zerkleinerung des Materials nicht soweit fortgeschritten, daß eine directe Verwendung zum Dünger oder zur weiteren chemischen Verarbeitung thunlich erscheint.

Die mechanische und chemische Verarbeitung der Thomasschlacken.

Nach Aussonderung der größeren Stücke von metallischem Eisen und Kalk werden die ½ bis 1 Jahr gelagerten und bereits mehr oder weniger zerfallenen Schlacken durch mechanische Vorrichtungen zerkleinert. In der Peine'r Fabrik von G. Hoyermann welchem das Verdienst zukommt, zuerst die zerkleinerte Schlacke zu Düngungszwecken in den Handel gebracht zu haben, gelangen sie zunächst auf sogenannte Kollergänge (Walzmühlen), zwei mit Gußstahlring versehene und durch eine gemeinsame horizontale Achse verbundene Walzen, welche auf einer horizontalen Fläche von Gußstahl im Kreise herum geführt werden und so die auf die Unterlage gebrachten, innerhalb ihres Ringes befindlichen Schlacken zerdrücken. Das erhaltene, bereits recht feinkörnige Material passirt darauf noch einen mit Steinen von sehr hartem Material versehenen Mühlgang und ist dann für die directe Verwendung als Düngemittel oder für die weitere Verarbeitung mittelst chemischer Agentien fertig.*)

---

*) Es ist vorgeschlagen worden, die feurigflüssige Schlacke in Wasser einlaufen zu lassen, um sie dadurch zu zerkleinern. Der Ausführung des Vorschlages stellt sich der Umstand entgegen, daß das beigemengte metallische Eisen bei der Berührung mit Wasser heftige Explosionen hervorruft. Neuerdings sind übrigens entsprechende Versuche von Dr. A. Frank wieder aufgenommen worden s. u.

Während die Mahlung früher sehr zu wünschen übrig ließ — besonders die in der Schlacke vorhandenen metallischen Eisentheile standen der feinen Zerkleinerung störend im Wege —, werden jetzt Schlackenmehle in den Handel gebracht, deren Feinheitszustand ein sehr befriedigender ist. Bei der Untersuchung von Schlacke verschiedener Herkunft auf ihren Feinheitsgrad wurden seitens der Moor-Versuchs-Station folgende Zahlen gefunden.

Von 100 Theilen besaßen eine Korngröße von:

Im Jahr	über 1 mm	0.5—1.0 mm	0.25—0.5 mm	unter 0.25 mm
1883	1.4	12.1	39.1	47.4
1884	10.2	29.5	25.8	34.6
1885	0.5	12.7	24.3	62.5
1885 (gewöhnliches Mahlgut)	0	0	13	87
1885 (gesiebtes Mahlgut . .	0	0	0	100

Die chemische Verarbeitung der Thomasschlacke. Um den procentischen Gehalt der Rohschlacke an Phosphorsäure und damit die Transportfähigkeit des Productes zu steigern, schlug E. Winkelhofer*) vor, derselben durch Extraction mit Zuckerlösung den freien Kalk zu entziehen (durch Einleiten von Kohlensäure in die Zuckerkalklösung würde der Kalk gefällt, und die regenerirte Zuckerlösung direct wieder zu weiterer Extraction benutzt werden können). Nimmt man den Gehalt der Schlacke an Phosphorsäure zu 17.5 pCt., den Gehalt an ungebundenem Kalk zu 28 pCt. an, so würde nach Extraction des Kalks und nach Herstellung des ursprünglichen Trockengehaltes der Phosphorsäuregehalt nunmehr auf 24.3 pCt. sich stellen. Ob die mit dieser Concentration verbundenen Vortheile die Kosten des Verfahrens decken würden, erscheint sehr fraglich.

Eine stärkere Concentration suchte Ch. Thomas**) durch ein Verfahren zu erzielen, wonach die gehörig zerkleinerte Schlacke mit Salzsäure extrahirt, die Lösung eingedampft und der Rückstand bei niedriger Temperatur calcinirt werden sollte, um die anhaftende Salzsäure zu verflüchtigen, ohne doch das Eisenchlorid und das Manganchlorid zu zersetzen. Durch Auslaugen des Rückstandes mit Wasser kann dann Chlorcalcium, Eisen- und Manganchlorid entfernt werden, während ein concentrirtes basisches Phosphat zurückbleibt.

---

*) D. P. 23397 v. 25. Jan. 1883. Berichte d. D. chem. Ges., 1883, S. 2542.

**) Engl. Pat. 2414 v. 18. Juni 1879. Berichte d. D. chem. Ges., 1880, S. 1150.

In allerneuester Zeit ist ferner Professor C. Scheibler*) ein Patent auf ein „Verfahren zur Anreicherung des Phosphorsäuregehaltes in der Thomasschlacke mittelst Ansaigerns“ ertheilt worden, welches darauf hinausläuft, die feuerflüssige Thomasschlacke in einen phosphorsäurereicheren und dabei eisenärmeren und in einen phosphorsäureärmeren, metallreicheren Theil zu zerlegen. Nach einer von dem Herrn Autor freundlichst übersandten Abschrift der Patentanmeldung soll zu diesem Zweck die flüssige Schlacke in ein mit schlechten Wärmeleitern umkleidetes Gefäß gefüllt, und letzteres in einem warmen, vor Luftzug geschützten Raum in Ruhe stehen gelassen werden. Hierbei scheiden sich die Bestandtheile der Thomasschlacke in der Weise, daß — entsprechend der langsamer oder rascher eintretenden Erstarrung — die oberen Schichten sich mehr oder weniger an Phosphorsäure anreichern, während in den unteren Schichten entsprechend weniger Phosphorsäure und Kalk, dagegen der größere Theil des vorhandenen Eisen- und Manganoxyduls bezw. Oxyds sich ansammelt. Bei der sehr langsamen Abkühlung soll es gelingen, Kalkphosphat (mit 35 pCt. Phosphorsäure und 57 pCt. Kalk) von einem Theil zu scheiden, welcher nur 7.8 pCt. Phosphorsäure mit 37 pCt. Kalk und 33.7 pCt. Eisen enthält.**)

Eine von Herrn Professor C. Scheibler der Moor-Versuchs-Station übersandte, nach dem benannten Verfahren hergestellte Schlackenprobe bestand aus einer schwarzen körnigen, mit braunen, schwach durchscheinenden, Spatheisenstein ähnlichen, tafelförmigen Krystallen durchsetzten Masse. Dieselbe enthielt in 100 Theilen:

Phosphorsäure	25.78
Kalk	48.90
Magnesia	2.94
Eisenoxyd und Thonerde	13.25
Schwefelsäure	1.05
Kieselsäure	2.27

Die Krystalle, möglichst von der anhaftenden schwarzen Masse befreit, entwickelten beim Uebergießen mit Salzsäure, worin sie sich leicht lösten, ziemlich viel Schwefelwasserstoff. Sie enthielten neben einer geringen, wohl mechanisch beigemengten Quantität Eisen

auf 100 Theile Phosphorsäure . . 166.4 Theile Kalk,

*) Patentanmeldung Kl. 3248 Cc. 16.

**) In einem anderen Fall, in welchem die Erstarrung der Schlacke rascher bewirkt wurde, enthielt:

	Phosphorsäure pCt.	Eisen pCt.	Kalk pCt.
der länger flüssig erhaltene Theil	21.8	10.5	52.7
der rascher zum Erstarren gelangte Theil	16.2	14.0	45.7

während auf dieselbe Menge Phosphorsäure in einem vierbasischen Phosphat 157.7 Theile Kalk kommen würden.*)

Ein nach einem noch nicht bekannt gegebenen modificirten Verfahren hergestelltes Schlackenmuster, ebenfalls von Professor C. Scheibler der Moor-Versuchs-Station übersandt, enthielt in 100 Theilen

Phosphorsäure	25.53
Kalk	53.05
Magnesia	4.44
Eisenoxyd + Thonerde	6.28
Schwefelsäure	0.88
Kieselsäure	6.20

Von 100 Theilen besaßen eine Körnigkeit von

0.25—0.5 mm	unter 0.25 mm
28	72

Die übrigen zahlreichen Vorschläge zur Verarbeitung der Thomasschlacke bezwecken, die Phosphorsäure derselben in eine wirksamere Form überzuführen.

Die Verbindungsformen, worin die Phosphorsäure als Düngemittel bislang vorzugsweise geschätzt wurde, sind die in Wasser löslichen, und zwar hauptsächlich der saure phosphorsaure Kalk in den sogenannten Superphosphaten und die — in der großen Praxis allerdings kaum verwendeten — leichtlöslichen Alkaliphosphate. Die Herstellung von Superphosphaten aus Thomasschlacke durch directe Behandlung der letzteren mit Schwefelsäure würde zwar ausführbar sein, aber sehr eisenreiche Producte liefern, in welchen, ebenso wie bei den aus Lahnphosphorit hergestellten Fabrikaten, ein großer Theil der löslich gemachten Phosphorsäure beim Lagern zurückgehen, d. h. in Wasser unlöslich werden würde.

Nach einem von Ch. Thomas und Thom. Twynam genommenen Patent**) soll das Eisen in folgender Weise entfernt werden. Die feingepulverte Schlacke wird mit Salzsäure behandelt; das vorhandene Eisenoxydul und Manganoxydul wird entweder vorher durch Rösten der Schlacke, oder in der salzsauren Lösung durch Einleiten von Chlor oder durch Zusatz von Braunstein in Oxyd verwandelt. Sollte das vorhandene Eisen nicht ausreichen, um alle Phosphorsäure zu binden, so wird die Schlacke in Gestalt von Puddelschlacke zugesetzt.

---

*) Hiernach, und weil Säurezusatz zu den Krystallen eine lebhafte Schwefelwasserstoff-Entwickelung hervorruft, der Schwefel mithin ein integrirender Theil derselben sein dürfte, erscheint mir die Annahme, daß die Krystalle aus einem vierbasischen Kalkphosphat bestehen, ziemlich problematisch.

**) Engl. Pat. 438 vom 21. Januar 1883. Berichte d. D. chem. Ges., Jahrg. 1883, S. 147.

Aus der abgezogenen Lösung wird durch Kalk phosphorsaures Eisenoxyd gefällt; letzteres wird ausgewaschen, getrocknet und mit concentrirter Schwefelsäure zersetzt. Der entstehende Eisenvitriol scheidet sich aus der Phosphorsäurelösung ab und die Flüssigkeit wird entweder durch Erhitzen von der Schwefelsäure befreit oder direct durch Aufschließung von Phosphaten (Herstellung sogenannter Doppelsuperphosphate) benutzt. (Der abgeschiedene Eisenvitriol soll zur Fabrikation von rauchender Schwefelsäure verwerthet werden.)

Man verkennt nicht, daß das Verfahren ziemlich complicirt ist und wahrscheinlich ein recht theures Fabrikat liefern würde.

Zur Herstellung von wasserlöslichem Alkali-Phosphat aus der Thomasschlacke sind verschiedene Vorschläge gemacht worden. Ch. Thomas*) wollte das, wie oben beschrieben, dargestellte phosphorsaure Eisenoxyd mit schwefelsaurem Natron und Kohle mischen und das Gemenge — schließlich unter Einblasen von Luft — glühen, wobei der zuerst reducirte Schwefel verbrennt und Eisenoxyd und phosphorsaures Natron resultirt.

Nach Drewermann**) soll die Schlacke mit Salzsäure von solcher Concentration behandelt werden, daß die Ausscheidung von gallertartigem kieselsaurem Kalk und die Wiederausfällung bereits gelöster Phosphorsäure gehindert wird. Durch Zufuhr von Eisenspähnen wird sämmtliche Phosphorsäure an Eisen gebunden und das Eisenphosphat durch Behandlung mit Alkalisulfiden in Alkaliphosphat und Schwefeleisen umgesetzt. Ersteres läßt sich auswaschen und durch Concentration der Flüssigkeit wieder abscheiden.

W. J. Williams***) schlug vor, das gepulverte Rohphosphat mit Chlornatrium (für jedes Aequivalent Phosphorsäure und Thonerde ein Aequivalent Chlornatrium) und mit fein gepulverter Kohle, Coaks, metallischem Eisen oder einem anderen Reductionsmittel innig gemischt in einer Retorte zu glühen und Luft und überhitzten Dampf über die durchgerührte Masse zu leiten. Es entwickelt und verflüchtigt sich hierbei Salzsäure und es entsteht Natriumphosphat und Natriumaluminat. Die geglühte Masse wird ausgelaugt und entweder das gelöste Natriumphosphat durch Krystallisation abgeschieden oder das Natriumaluminat durch Kohlensäure zerlegt.

Einem im Grunde ganz gleichen Verfahren wollte Ch. Thomas†)

*) Engl. Patent 3196 vom 9. August 1879. Berichte d. D. chem. Ges., Jahrg. 1880, S. 1489.

**) D. R.-P. 16165 vom 13. Juli 1880. Berichte d. D. chem. Ges., Jahrg. 1880, S. 743.

***) Engl. Patent 993 vom 8. März 1880. Berichte d. D. chem. Ges., Juli 1881, S. 696 u. f.

†) Berichte d. D. chemischen Ges., Jahrg. 1885, Nr. 7, S. 240.

das geschmolzene Roheisen direct unterwerfen. Letzteres sollte mit Aetzkali oder mit kohlensaurem Kali oder mit Chlornatrium bei gleichzeitiger Zuleitung von überhitztem Wasserdampf erhitzt und dabei phosphorsaures Natron als Schlacke erzielt werden.

George Rocoeur*) endlich hat sich das folgende, etwas complicirte Verfahren patentiren lassen:

Die phosphorsauren Salze der Schlacke werden in einem Schachtofen durch Schmelzen mit Kohle wieder zu Phosphormetallen reducirt. Die geschmolzene Masse läßt man in dünnem Strahl in Wasser fließen, um sie zu granuliren, und behandelt sie dann mit heißer Säure. (Der hierbei sich entwickelnde Phosphorwasserstoff wird abgeleitet und in passenden Gefäßen verbrannt, wobei er eine wässerige Lösung von Phosphorsäure liefert.) Aus der sauren Lösung wird die Phosphorsäure durch Zusatz von Kalk oder von zerkleinerten Schlacken als Eisenphosphat gefällt, und letzteres durch Calciniren mit schwefelsaurem Kali in Kaliumphosphat und Eisenoxyd übergeführt.

Nach einem später patentirten vereinfachten Verfahren soll der im Schachtofen erhaltene Phosphorlech direct mit Natriumsulfat gemischt und in einem Ofen mit möglichst wenig oxydirender Flamme geglüht werden. Dabei bildet unter Wärmeentwickelung der Phosphor Alkaliphosphat und Manganphosphat. Außerdem entstehen Sulfide und Oxyde. Die Masse wird mit Wasser ausgelaugt und durch Krystallisation das Alkaliphosphat gewonnen.

Die neuen Düngungsversuche deutscher, belgischer und französischer Versuchsstationen, welche die Gleichwerthigkeit der präcipitirten Phosphate mit den wasserlöslichen für die meisten Bodenarten wahrscheinlich machen, mußten nothwendig auf Versuche hinführen, die Thomasschlacke zur Darstellung von Präcipitaten zu verwenden. Zuerst ging auch in dieser Richtung G. Hoyermann-Nienburg vor. Er gewann durch Extraction der Schlacke mit Salzsäure und durch Zusatz von Kalk zur Lösung ein Präparat, welches unter dem Namen Nienburger Präcipitat seit einigen Jahren in den Handel kommt. Dasselbe ist ein feines, lockeres, gelbbraunes Material mit ziemlich hohem Feuchtigkeitsgehalt. Von der Moor-Versuchs-Station ausgeführte Untersuchungen ergaben folgende Zusammensetzung:

Verlust beim Trocknen bei 105 Grad	22.56	pCt.
Glühverlust der getrockneten Substanz	14.88	„
Kalk	4.24	„
Magnesia	Spur	„
Eisenoxyd	29.21	„
Eisenoxydul	2.05	„

*) D. R.-P. 21 240 vom 28. Januar 1882. Berichte d. D. chem. Ges., Jahrg. 1882, S. 1814.

Manganoxyd	0.49 pCt.
Schwefelsäure	? „
Kieselsäure	8.43 „
Phosphorsäure	**16.40** „

Im Mittel von 20 Analysen betrug der

Feuchtigkeits-Gehalt . .	18.23 pCt.
Phosphorsäure-Gehalt .	16.61 „

Schon aus der Herstellungsweise ist zu schließen, daß der größte Theil der Phosphorsäure in diesem Präparat an Eisen gebunden ist.

Neuerdings hat derselbe Fabrikant auf ein Verfahren in Luxemburg ein Patent erhalten und in Deutschland*) eingereicht, welches in Folgendem nach der Patentschrift für Luxemburg kurz beschrieben werden soll.

Um die Umwandlung der Schlacke in feines Pulver zu erleichtern und zugleich ihre Zersetzung einzuleiten, läßt man sie aus dem Converter oder aus dem Schlackentransportwagen auf eine feucht gehaltene Unterlage fließen. Der „schwammig poröse" Zustand, welchen sie hierbei annimmt, soll schon nach kurzer Zeit eine feine Zerkleinerung ermöglichen. Das durch Sieben von Eisenkörnern möglichst befreite Mehl wird mit Wasser angerührt und durch Schlämmen in geeigneten Gefäßen in einen kalkreicheren und einen kalkärmeren Theil geschieden.**) Der letztere — etwa ein Drittel der Schlacke ausmachende — setzt sich zuerst ab und wird nach dem Abziehen der kalkreichen Flüssigkeit successive mit kalter verdünnter Salzsäure***) (Salzsäure von 30 Grad B. mit 5—6 Theilen Wasser) behandelt. Hierbei geht die Phosphorsäure sowie der noch vorhandene Kalk vollständig in Lösung, während ein großer Theil des Eisen- und Manganoxyds ungelöst bleibt. (Auf 100 Theile Schlacken sind bei rationeller Ausführung 100 bis 300 Theile Salzsäure von 30 Grad B. erforderlich.) Die Lösung läßt man von dem ausgeschiedenen Eisenoxyd ab und bringt sie mit dem vorher abgegossenen kalkreichen Schlamm zusammen, wobei die Gesammt-Phosphorsäure zum größeren Theil an Eisen gebunden als äußerst zarter Niederschlag gefällt wird. Letzterer wird durch Filterpressen von der Flüssigkeit getrennt und getrocknet. Die Phosphorsäure des erhaltenen Prä-

*) Gegen das Patent ist seitens der Gesellschaft Fertilitas und seitens des Prof. C. Scheibler Einspruch erhoben worden.

**) Das Schlämmen soll nicht bloß mechanisch, sondern auch chemisch wirken, indem das Wasser den, nach dem Patentinhaber, in der Schlacke vorhandenen Eisenoxyd-Kalk zersetzt.

***) Anstatt der Salzsäure können auch andere Säuren, wie schweflige Säure, Essigsäure verwendet werden.

parats soll vollständig citratlöslich sein. In Fällen, wo Salzsäure mangelt oder theurer ist, als Schwefelsäure, kann man durch Zusatz von Schwefelsäure zu der von dem Phosphat-Niederschlag getrennten Chlorcalciumlauge Gips ausfällen und die zur Extraction der Schlacke nöthige Salzsäure wiedergewinnen.

Von anderer Seite bemühte man sich, ein Präcipitat herzustellen, welches die Phosphorsäure hauptsächlich als phosphorsauren Kalk enthält und außerdem reicher an Phosphorsäure ist, als das Nienburger Präparat. Professor C. Scheibler erhielt am 30. November 1882*) ein Patent auf das in Folgendem nach der Patentschrift beschriebene Verfahren.

Die Ueberführung der Schlacke in ein feines Pulver wird durch Mühlen, Kollergänge u. s. w., durch Schlämmen oder Sieben bewirkt, das erhaltene Mehl zur Ueberführung von Eisen und Manganoxydul in Oxyd bezw. Oxydoxydul und zur Oxydirung des vorhandenen Schwefelcalciums und Schwefeleisens in oxydirender Flamme bei mäßiger Hitze (um das Sintern zu vermeiden) geröstet, dann mit kalten oder heißen verdünnten Säuren, z. B. Salzsäure, in solchen Mengen behandelt, daß nur die freien und an Kieselsäure und Phosphorsäure gebundenen Erdbasen in Lösung gehen. Durch Neutralisirung der Lösung mit Kalk, Magnesia, Dolomit**) (eventuell mit der beim Schlämmen der Rohschlacke erhaltenen kalkhaltigen Flüssigkeit) erhält man einen Niederschlag, welcher getrocknet ein zartes weißes Pulver von geringem Eisen- und Mangangehalt darstellt. Durch stärkere oder geringere Bemessung der Menge des Fällungsmittels hat man es in der Hand, ein stark oder schwach kieselsäurehaltiges Product zu gewinnen, und ferner die Phosphorsäure als zweibasische oder dreibasische Verbindung niederzuschlagen.

Das Präcipitat wird durch Filterpressen von der anhaftenden Flüssigkeit getrennt und bei mäßiger Wärme getrocknet. Die Gesellschaft „Fertilitas“ in Wiesbaden nutzt dieses Patent aus und hat den Verkauf des von ihr in Stolberg bei Aachen und in Schalke fabricirten „Thomaspräcipitates“ den Anglo-Continentalen, vormals Ohlendorff'schen Guanowerken in Hamburg übertragen.

---

*) Patentschrift Nr. 24130, Ausgabe am 1. October 1883.

**) Anstatt dessen würde man nach E. Lombard de Bouqute (D. P. Nr. 25020, s. Ber. d. D. chem. Ges., 1883, S. 3078) auch Calciumsulfhydrat (vortheilhaft aus den Rückständen des Leblanc'schen Sodaprocesses zu gewinnen) als Fällungsmittel verwenden können. Eine Lösung desselben läßt man in feinem Strahl in die Phosphatlösung einfließen, wobei unter Entweichung von Schwefelwasserstoff Calciumdiphosphat ausgefällt wird. Zur Herstellung von Triphosphat würde mit dem Zusatz bis zur alkalischen Reaction der Flüssigkeit fortzufahren sein.

Das von dieser Firma in den Handel gebrachte Düngemittel bildet ein gelblich-weißes, lockeres, sehr feinpulveriges Material. Während der Phosphorsäure-Gehalt der früheren Darstellungen sich zwischen 30 und 32 pCt. bewegte, enthalten die in letzter Zeit verkauften Präparate bis zu 36 pCt. Phosphorsäure. Proben aus dem Jahr 1884 zeigten nach den Untersuchungeu der Moor-Versuchs-Station folgende procentische Zusammensetzung:

	a	b
Feuchtigkeit	7.99	7.72
Kalk	30.40	30.94
Magnesia	1.34	0.77
Eisenoxyd	6.26	4.83
Manganoxydoxydul . .	3.03	?
Schwefelsäure	5.00	3.91
Chlor	2.92	1.81
Kieselsäure	9.44	?
Phosphorsäure . . .	**31.45**	**33.63**

Das Thomaspräcipitat wird sowohl unvermengt, als auch im Gemisch mit Kalisalz, schwefelsaurem Ammon, Chilisalpeter verkauft.

Es ist endlich noch eines von Dr. A. Frank*) angegebenen Verfahrens zu gedenken, welches neben der Herstellung eines concentrirten und voraussichtlich sehr wirksamen Phosphates die Verwerthung derjenigen Nebenproducte der Staßfurter Industrie bezweckt, welche bislang werthlos oder doch sehr geringwerthig waren. Um auf möglichst billige Weise die feinste Zerkleinerung der Schlacke zu erzielen, will er dieselbe aus dem Converter in besondere Oefen, in welchen sie in feurig-flüssigem Zustande erhalten wird, und aus diesen in dünnem Strahl in eine verdünnte Chlormagnesiumlösung fließen lassen. Dabei wird der freie Kalk der Schlacke in Chlorcalcium verwandelt und gelöst. (Durch Behandeln der Flüssigkeit mit Aetzmagnesia und Einleiten von Kohlensäure aus den Rauchgasen läßt sich das Chlormagnesium wiedergewinnen.) Der so an Phosphorsäure angereicherte Rückstand wird geröstet, um die Metalloxyde unlöslich zu machen, dann in schwachen Säuren gelöst und aus der Lösung durch Zusatz von Kieserit (schwefelsaurer Magnesia) und von schwefelsaurem Ammon phosporsaure Ammoniak-Magnesia gefällt. Wenn auch kaum zu bezweifeln ist, daß dieses — ca. 28 pCt. Phosphorsäure und 5.3 pCt. Stickstoff enthaltende Phosphat ein sehr wirksames Düngemittel darstellen würde, so

---

*) Landwirthschaftliche Versuchs-Stationen, Jahrg. 1884, 31. Bd., S. 199 u. ff. Ferner Mittheilungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen, Bericht über die Sitzung vom 6. October 1884. Endlich D. R.-P. 27 706 vom 6. September 1884, und Berichte d. D. chem. Ges., Jahrg. 1884, S. 365.

erscheint doch das Verfahren etwas zu complicirt, um lohnend sein zu können. Auch ist es nicht als ein Vortheil zu bezeichnen, daß der phosphorsäurebedürftige Landwirth gezwungen sein würde, den Stickstoff mit in den Kauf zu nehmen, an welchem ihm vielleicht im gegebenen Fall wenig gelegen ist.

Von allen besprochenen Verfahren haben bis jetzt nur die folgenden praktische Bedeutung erlangt:

Die von Prof. C. Scheibler eingeführte Anreicherung des Phosphorsäuregehaltes der Rohschlacke durch Ansaigern. — Die Actien-Gesellschaft Fertilitas in Hörde bietet das, nach einem modificirten Verfahren hergestellte Product (siehe oben) unter Garantie eines Phosphorsäuregehaltes von mindestens 24 pCt. bei größeren Bezügen zu einem Preise von 360 M pro 10 000 kg an. (Marke: Fertilitas C.)

Die Herstellung von präcipitirtem Eisenphosphat nach G. Hoyermann. Dasselbe wird mit einem Phosphorsäuregehalt von 16—18 pCt. seitens der Phosphatfabrik Hoyermann in Nienburg a. W. bei Waggon-Bezug zu einem Preise von 0.52 M pro Kilogramm Phosphorsäure franco Station des Empfängers angeboten.

Endlich die Fabrikation von gefälltem Kalkphosphat nach Prof. C. Scheibler. Dieses Material kommt mit einem garantirten Phosphorsäuregehalt von 30 pCt. („Fertilitas B") zu einem Preise von 13 M pro 100 kg, mit einem Gehalt von 30—36 pCt. („Fertilitas A") zum Preise von 0.50 M pro Kilogramm Phosphorsäure (bei Bezug von einem Doppel-Waggon franco der dem Verbrauchsort zunächst gelegenen Bahnstation) in den Handel. Bezugsquellen sind die Actien-Gesellschaft Fertilitas zu Hörde und die Anglo-Continentalen, früher Ohlendorff-schen Guanowerke in Hamburg.

Die Thomasschlacke in fein gemahlenem Zustande wird augenblicklich von folgenden Firmen angeboten:

G. Hoyermann, Phosphatfabrik, Nienburg a. W. („Peiner Phosphatmehl"),
Bethge, Ohage & Totte, Magdeburg,
L. R. Kühn, Schönebeck a. E.,
Anglo-Continentale Guanowerke, Hamburg,
W. Heiler, Vienenburg.

Außerdem vermittelt der Ingenieur Beck in Berlin Bezüge von deutschen und außerdeutschen Marken.

Die Wirksamkeit der rohen Thomasschlacke und der daraus hergestellten Phosphate auf Acker und Wiese.

Es dürfte kaum noch einem Zweifel unterliegen, daß die Pflanzenwurzel aus allen Phosphaten, welche als Düngemittel in den Handel kommen, die für den Pflanzenwuchs nöthige Phosphorsäure sich anzueignen vermag. Wenn demungeachtet die Wirkung der verschiedenen Phosphorsäureverbindungen auf dem Acker eine verschiedene ist, so liegt das in erster Linie an dem ungleichen Vermögen derselben, im Wurzelgebiet der Pflanzen sich zu verbreiten. Je schneller und gleichmäßiger ein Phosphat sich im Boden vertheilt, um so größer sind seine Chancen, von den Pflanzenwurzeln getroffen und resorbirt zu werden. Die Vertheilung wird durch die mit der Bodenbearbeitung verbundene Vermengung der Bodentheilchen, ferner durch die mechanische (spülende) Wirkung der atmosphärischen Niederschläge und des Bodenwassers und endlich durch die chemische Wirkung der Bodenflüssigkeit herbeigeführt, welche die auf die Oberfläche gestreuten Phosphate in Lösung bringt und sie so den unteren Schichten zuführt. Die lösenden Agentien sind in den gewöhnlichen Bodenarten Wasser und Kohlensäure; in den sauren (Hochmoor-) Böden tritt hierzu noch die freie Humussäure, welche nach den Untersuchungen der Moor-Versuchs-Station im Stande ist, auch die schwerstlöslichen Phosphate aufzuschließen.

Gegen die genannten Bodenlösungsmittel verhalten sich die verschiedenen Phosphate sehr verschieden. Während die Phosphorsäure der Superphosphate und der phosphorsauren Alkalien sich schon in reinem Wasser äußerst leicht löst, widerstehen dem letzteren die meisten natürlichen, sowie die gefällten Phosphate sehr stark; ein Kohlensäure enthaltendes Wasser besitzt dagegen ein sehr erhöhtes Lösungsvermögen.

Von großem Einfluß ist die größere oder geringere Feinkörnigkeit des Phosphates. So wurden nach den Versuchen der Moor-Versuchs-Station gelöst aus rohem Knochenmehl:

	unter 0.25 mm Korngröße	von 0.25–0.5 mm Korngröße	
durch freie Humussäure	16.13	14.75	Theile Phosphorsäure
durch reines Wasser .	0.63	0.61	„ „
(100 000 Theile)			

	von 0.5—1.0 mm Korngröße	von 1.5—2.0 mm Korngröße	
durch freie Humussäure	11.85	5.04	Theile Phosphorsäure
durch reines Wasser .	0.51	0.38	„ „
(100 000 Theile)			

Die feinkörnigsten Phosphate sind aber die als chemische Niederschläge erhaltenen sogenannten Präcipitate. Ihre Löslichkeit wird wiederum durch starkes Austrocknen sehr herabgedrückt.

Während z. B. von einem gefällten Calciumphosphat, welches bei mäßiger Temperatur getrocknet worden war, durch 100 000 Theile Wasser 4.37 Theile Phosphorsäure gelöst wurden, gab dasselbe Präparat nach schwachem Glühen an dieselbe Menge Wasser nur 1.53 Theile Phosphorsäure in Lösung.

Endlich ist von wesentlicher Bedeutung die Verbindungsform der Phosphorsäure. So lösten nach den Untersuchungen der Moor-Versuchs-Station:

100 000 Theile reines Wasser:

	Theile Phosphorsäure
Von reinem Dicalciumphosphat	5.61
„ „ Tricalciumphosphat	2.58
„ rohem Knochenmehl	0.63
„ gedämpftem Knochenmehl	1.78
„ Knochenasche	0.07
„ gefälltem Eisenphosphat	2.51
„ „ Thonerdephosphat	0.95
„ rohem Lahnphosphorit	Spur

Das Verhalten der rohen Thomasschlacke und des Thomaspräcipitates gegen Wasser und Kohlensäure ist seitens der Moor-Versuchs-Station mehrfach festgestellt worden; die Untersuchungen ergaben zunächst, daß die Thomasschlacke bezüglich ihrer Verbreitbarkeit im Boden weit über den natürlichen Rohphosphaten, den Phosphoriten steht. So lösten 100 000 Theile mit Kohlensäure gesättigten Wassers aus

Apatit aus Galizien	1.12
Helmstedter Koprolithen	2.61
Phosphorit von Gr. Bülten u. Adenstedt*)	0.63

dagegen aus

Thomasschlacke von Peine (nicht sehr fein zerkleinert)	3.57 Theile Phosphorsäure.

Höchst charakteristisch ist auch das verschiedene Verhalten der Schlacke einerseits, der natürlich vorkommenden Phosphorite andererseits gegen Essigsäure und andere Lösungsmittel. So wurden bei Versuchen der Moor-Versuchs-Station durch Kochen mit Essigsäure gelöst:

aus Lahnphosphorit	Spur Phosphorsäure
„ Phosphorit von Gr. Bülten	5.06 pCt. „
dagegen aus gemahlener Thomasschlacke mit ca. 25 pCt. Phosphorsäure	18.6 pCt. „

Während ferner neutrale Ammoncitratlösung (nach Fresenius hergestellt) dem Lahnphosphorit nur 1—2 pCt. Phosphorsäure ent-

(* Ein Gemengtheil der auf der Ilseder Hütte verhütteten Eisenerze.

zieht, löst dieselbe unter gleichen Verhältnissen aus Thomasschlacke 7—10 pCt. Phosphorsäure auf.

Von wie großem Einfluß die gröbere oder feinere Körnung auf die Lösungsfähigkeit ist, zeigt folgendes Ergebniß.

100 000 Theile mit Kohlensäure gesättigtes Wasser lösten aus Thomasschlacke von

0.5—1.0 mm Korngröße . .	1.37	Theile Phosphorsäure
0.25—0.5 mm Korngröße . .	2.58	„ „
unter 0.25 mm Korngröße .	5.60	„ „
und aus dem abgeschlemmten feinsten Theil der Schlacke	7.00—7.75	„ „

Von einem zu Düngungszwecken in den Handel gebrachten und auf verschiedenen Bodenarten mit Erfolg verwandten gefällten Kalkphosphat aus Knochen mit 34.3 pCt. Phosphorsäure brachte dieselbe Menge mit Kohlensäure gesättigten Wassers

5.13 Theile Phosphorsäure in Lösung.

Reines gefälltes Dicalciumphosphat gab unter denselben Verhältnissen

16.4 Theile Phosphorsäure,

reines gefälltes Tricalciumphosphat

2.9—4.9 Theile Phosphorsäure

in Lösung.

Man sieht, daß der phosphorsaure Kalk der Thomasschlacke bezüglich seiner Löslichkeit in kohlensäurehaltigem Wasser zwar nicht das reine gefällte Dicalciumphosphat erreicht, wohl aber, möglichst fein zerkleinert, das reine Tricalciumphosphat, sowie, was besonders wichtig ist, andere als Düngemittel mit Erfolg benutzte Präcipitate übertrifft.

Thomaspräcipitat, von den Anglo-Continentalen Guano-Werken in Hamburg bezogen, gab an 100 000 Theile mit Kohlensäure gesättigten Wassers das beträchtliche Quantum von

12.19 Theilen Phosphorsäure ab.

Ueber die Löslichkeit des Hoyermann'schen Eisenpräcipitates liegen abgeschlossene Untersuchungen noch nicht vor.

Natürlich haben Feststellungen, wie die soeben mitgetheilten, nur einen relativen Werth. Sobald die Phosphate in den Boden gelangen, machen sie, oder wenigstens ein Theil von ihnen Veränderungen durch, wodurch die Löslichkeitsverhältnisse wesentlich modificirt werden können. Erst der praktische, rationell angelegte Düngungsversuch liefert für eine unanfechtbare Werthschätzung der verschiedenen Düngemittel die sichere Grundlage.

Im Anschluß an diese mehr theoretischen Betrachtungen stelle ich schließlich noch die bisherigen Beobachtungen über die Düngerwirkung der rohen gemahlenen Thomasschlacke und der daraus

hergestellten Präparate zusammen. Allerdings ist das einschlägige Material noch sehr dürftig, namentlich fehlt noch eine genügende Anzahl von ziffermäßigen Resultaten vergleichender Versuche; immerhin tragen die gemachten Erfahrungen dazu bei, die Hoffnungen, welche die chemische und mechanische Beschaffenheit der fraglichen Producte erweckt, wesentlich zu stützen.

Auf Grund der Versuchsergebnisse, welche seitens der Moor-Versuchs-Station bei Verwendung der schwerer löslichen Phosphate auf Hochmoor und auf Niederungsmoorboden gewonnen worden sind, war man von vornherein zu der Annahme berechtigt, daß die Thomasschlacke und ihre Abkömmlinge auf diesen, an lösenden Agentien besonders reichen Culturmedien eine sichere Wirkung ausüben würden. In der That zeigen die diesjährigen phosphorsäurebedürftigen Hochmoor-Versuchsfelder der Moor-Versuchs-Station, welche Phosphorsäure in Form von gemahlener Thomasschlacke erhalten haben, einen sehr befriedigenden Stand aller angebauten Früchte.

Ueber die Wirkung der Thomasschlacke auf den Versuchsfeldern der Moor-Versuchs-Station in der Ems-Gegend berichtet Dr. Salfeld Folgendes: „Das zu den Versuchen verwendete Material wurde von der Dortmunder „Union" bezogen und enthielt nach Analyse der Moor-Versuchs-Station 18.4 pCt. Phosphorsäure."

„An vielen Orten wurde auf Hochmoor und auf abgetorftem Hochmoorboden zu Hafer, Kleegras, Pferdebohnen, Erbsen, Kartoffeln, Buchweizen, Steckrüben und auf Wiesen mit Thomasschlacke gedüngt. Von diesen Früchten läßt sich bis jetzt nur die Wirkung bei Kleegras sicher beurtheilen; hier ist der Erfolg außerordentlich gewesen. Auch zeichnen sich Pferdebohnen und Hafer bis jetzt durch sehr guten Stand aus."

„Nach Mittheilung eines Versuchsanstellers hat Thomasschlacke auf einer früheren nie gedüngten, nicht bewässerten Wiese im Grünlandsmoore einen bedeutenden Erfolg bewirkt. Die übrigen Versuchsflächen im Grünlandsmoore bei verschiedenen Früchten lassen sich noch nicht beurtheilen."

„Auf Dammculturen im Grünlandsmoor sind zwei comparative Versuche bei Klee mit Thomasschlacke und Thomaspräcipitat gemacht. Gegeben wurden pro Hektar 120 kg Phosphorsäure neben 160 kg Kali. Am 5. Juni d. J. war kein Unterschied in der Wirkung beider Phosphate zu erkennen."

Ueber die Wirkung der rohen Thomasschlacke auf Niederungsmoor-Aeckern liegen die Ergebnisse von Versuchen vor, welche auf Anregung einiger Docenten der Berliner landwirthschaftlichen Hochschule im Jahre 1884 angestellt worden sind. Die

wesentlichsten Resultate derselben lasse ich unter Zugrundelegung des von Dr. H. Grahl verfaßten Berichtes*) hier folgen.

a) Versuch auf dem Rittergut Salleschen bei Ortelsburg in Ostpreußen.

Versuchsfläche: Niederungsmoor, nicht besandet.
Frucht: Hafer (spät gesäet).

Düngung pro Hektar	Ernte pro Hektar in kg		Die Ernte bei ausschließlicher Kainitdüngung = 100 Gehalt	
	Körner	Stroh	Körner	Stroh
600 kg Kainit	1490	4280	—	—
600 kg Kainit	1315	3585	—	—
Im Mittel bei Kainitdüngung	**1403**	**3933**	100	100
600 kg Kainit + 200 kg präcipitirtes Kalkphosphat (60 kg Phosphorsäure)	1455	4335	104	110
600 kg Kainit + 100 kg Präcipitat + 200 kg gem. Thomasschlacke (im Ganzen 80 kg Phosphorsäure)	1667	3325	119	85
600 kg Kainit + 500 kg gem. Thomasschlacke (100 kg Phosphorsäure)	2125	4995	152	122

Die Versuche ergaben eine auffällige Mehrwirkung der rohen Thomasschlacke gegenüber dem präcipitirten Kalkphosphat. (Es ist bei dem stellenweise hochmoorartigen Charakter des Salleschener Moores nicht ausgeschlossen, daß der Kalk der rohen Schlacke von günstigem Einfluß auf die Ernte war. F.)

b) Versuch auf dem Rittergut Weissagk bei Cottbus.

Niederungsmoor mit 5 Zoll starker Sanddecke.
Versuchsfrucht: Hafer.

Düngung pro Hektar	Ernte pro Hektar in kg		Der Ertrag der Kainitparcellen = 100 gesetzt	
	Körner	Stroh	Körner	Stroh
600 kg Kainit	5590	7740	—	—
600 kg Kainit	5568	7332	—	—

*) Mittheilungen des Vereins zur Förderung der Moorcultur im deutschen Reich. Jahrg. 1884, Nr. 26—29.

Düngung pro Hektar	Ernte pro Hektar in kg		Der Ertrag der Kainitparcellen = 100 gesetzt	
	Körner	Stroh	Körner	Stroh
Im Mittel bei Kainitdüngung	**5574**	**7536**	100	100
600 kg Kainit + 336 kg Superphosphat . . .	6228	8772	112	116
600 kg Kainit + 240 kg präcipitirtes Kalkphosphat	5628	9012	101	120
600 kg Kainit + 120 kg Präcipitat + 300 kg Thomasschlacke . . .	6300	9180	113	122
600 kg Kainit + 600 kg Thomasschlacke . . .	6840	8316	123	110

Zu den Versuchen wird bemerkt, daß der Hafer auf allen Parcellen stark lagerte. Möglicherweise erklärt sich hieraus der niedrige Ertrag der Präcipitat-Parcellen. Die günstige Wirkung der rohen Thomasschlacke geht auch aus diesem Versuch deutlich hervor. Da ebenso wie bei dem Versuch sub a im gefällten Phosphat und Superphosphat geringere Mengen Phosphorsäure geboten wurden, als in der Schlacke, so läßt sich leider nicht schließen, ob die Schlacke an sich in ihrer Düngerwirkung dem Phosphat oder Präcipitat gleichwerthig oder überlegen ist; oder ob das erzeugte Körner-Mehrgewicht auf Rechnung der größeren Phosphorsäuremenge gesetzt werden muß.

c) Versuche in Kl.-Kienitz bei Rangsdorf.

Dammculturen auf Niederungsmoor.
Versuchsfrucht: Hafer.

Düngung	Ernte pro Hektar 1883 in kg		Ernte pro Hektar 1884 in kg	
	Körner	Stroh u. Kaff	Körner	Stroh u. Kaff
Ungedüngt	1320	2370	1060	2670
Ungedüngt	1560	2700	1160	3180
Mittel d. ungedüngten Parcellen*) .	**1440**	**2535**	**1110**	**2925**
Kainit + Superphosphat	2080	3710	2020	4750
Kainit + präcipitirtes Kalkphosphat (1883 Knochenmehl) . .	1240	2300	1650	4070
Kainit + Thomasschlacke	1350	2540	1600	3820

*) Die ausschließlich mit Kainit gedüngten Parcellen ergaben in beiden Jahren Mindererträge gegenüber ungedüngt.

Im Jahre 1883 läßt sich eine Wirkung der Thomasschlacke nicht constatiren. Daß das Ausbleiben derselben nicht auf den Phosphorsäurereichthum des betreffenden Feldes zurückzuführen ist, geht aus der günstigen Wirkung hervor, welche das Superphosphat ausübte. Letzteres hat auch im Jahre 1884 entschieden am besten gewirkt. Eine geringere, aber immerhin noch sehr bedeutende Wirkung übten in dem letzteren Jahr präcipitirtes Kalkphosphat und rohe Thomasschlacke aus. Setzt man den Körnerertrag der ungedüngten Parcellen gleich 100, so wurden bei Düngung mit

Superphosphat	Präcipitat	Rohschlacke
182	149	144 erzielt

Bei einem Versuch auf einer Niederungswiese ergab sich, daß die Phosphorsäure überhaupt nicht gewirkt hatte. Ein anderes mit Kartoffeln als Versuchsfrucht bestelltes Feld ergab kein deutliches Resultat, weil die Versuchsfläche offenbar nicht gleichmäßig war.

In der Sitzung des Central-Ausschusses der Königlichen Landwirthschafts-Gesellschaft zu Celle vom 22. Novbr. 1883 berichtete Professor W. Henneberg*) über Versuche von v. Bredow-Mückeburg in der Niederung der Schwarzen Elster auf moorigem Bruchboden. Bei Düngung des letzteren mit 8 Ctr. Thomasschlacke (Peiner Phosphatmehl) pro Hektar war der Stand des Hafers von Anfang an weit besser, als auf dem ohne Phosphorsäure gebliebenen Moor. Wenn auch der Unterschied nach der Ernte hin sich mehr und mehr verlor, so lieferte doch der mit Schlacke gedüngte Hafer ein nicht unwesentlich schwereres Korn. Besser noch war der Stand bei gleichzeitiger Zufuhr von 2 Ctr. Chilisalpeter.

Auf schwach mit thonigem Letten überdecktem phosphorsäure- und kalkarmen, aber stickstoffreichen Moorboden von ungünstiger mechanischer Beschaffenheit brachte G. Hoyermann**) pro Hektar 800 kg rohe Thomasschlacke („Peiner Phosphatmehl") und 400 kg Kainit. Nachdem die auf die rauhe Furche ausgestreuten Düngemittel bis zum Frühjahr gelegen hatten und das Land mit Ringelwalze und verschiedenen Eggen bearbeitet worden war, wurden noch pro Hektar 200 kg gefälltes Eisenphosphat (Nienburger Präcipitat) und 200 kg Chilisalpeter ausgestreut, dann Hafer eingedrillt und, der Boden mit einer schweren dreitheiligen Schlichtwalze kreuz und quer gewalzt. Der Hafer lief sehr schön auf und

*) Protocolle derselben, S. 109 u. ff.

**) Hannoversches Land- und Forstwirthschaftliches Vereinsblatt Jahrg. 1884, Nr. 47.

wuchs, abgesehen von einer sehr niedrig belegenen Stelle, kräftig nach. Die Farbe war sehr gut. Obwohl er sich — wohl infolge der Stickstoffdüngung — lagerte, ergab er trotz der Fehlstellen pro Hektar 2310 kg gut ausgebildetes Korn.

Mit sehr gutem Erfolg wird rohe Thomasschlacke (Peiner Phosphatmehl) nach den Mittheilungen von Professor Hennneberg auf moorigen Rieselwiesen in der Umgegend von Eschede (8 bis 12 Centner pro ha) ausgestreut. Desgleichen berichtet Dr. A. Salfeld in der Hannoverschen land- und forstwirthschaftlichen Zeitung*) über die vortheilhafte Verwendung von gemahlener Thomasschlacke auf trocknen und auf Rieselwiesen in der Umgegend von Walsrode, Suderburg und Eschede.

Nach Mittheilungen von Scheidemann-Gudenhausen**) wurden bei Verwendung von 8 Ctr. Kainit und 8 Ctr. roher Thomasschlacke (Peiner Phosphatmehl) auf Moor-Rieselwiesen (im Februar ausgestreut) beim ersten Schnitt zwar nur 80 Ctr. Heu erzielt. Dagegen war das Nachheu so gut, daß einzelne Flächen beim öffentlichen Verkauf 100—112 M brachten, während die Kosten der Düngemittel auf ca. 28 M sich beliefen. Im folgenden Jahr wurden bei gleicher Düngung pro ha 200 Centner Heu geerntet, auch ließ der Stand des Grases eine gute Grummet-Ernte erwarten.

Die Moor-Versuchsstation führte im Jahre 1885 auf einer Niederungsmoor-Wiese von mäßiger Güte einen vergleichenden Versuch aus. 2 Parzellen blieben ohne Phosphat, während drei pro Hectar 150 kg Phosphorsäure in gefälltem Kalkphosphat und drei dieselbe Menge Phosphorsäure in roher Thomasschlacke erhielten.

Die Düngemittel wurden im Februar 1885 ausgestreut. Am 23. Juli wurden an frischem Gras pro Hectar im Durchschnitt geerntet:

Ohne Phosphat	60.7	Kilo-Centr.
Bei Düngung mit Präcipitat . .	101.5	"
" " " Thomasschlacke (Peiner Phosphatmehl)	101.3	"

Die starke Wirkung der Phosphorsäure ist in hohem Grade auffällig, weil der betreffende Wiesenboden sehr reich an Phosphorsäure ist. 100 Gewichtstheile trocknes Moor enthalten nach unseren Untersuchungen

0.46 pCt. Phosphorsäure.

*) Hannoversche land- und forstwirthschaftliche Zeitung, Jahrg. 1884 Nr. 10.

**) Daselbst. Jahrg. 1884, Nr. 40.

Unter der — eher zu tief als zu hoch gegriffenen — Annahme, daß 1 cbm dieses Bodens (bis zu 20 cm Tiefe) 205 kg fester Stoffe enthält, würde hiernach auf 1 ha Fläche bis zu 20 cm Tiefe das bedeutende Quantum von 1886 kg Bodenphosphorsäure kommen.

Versuche, welche der landwirthschaftliche Local = Verein Isselhorst *) mit Kainit und roher Thomasschlacke (Peiner Phosphatmehl) auf Wiesen anstellte, ergaben folgendes Resultat:

	Pro Hectar
Ungedüngt	Wenig und schlechtes Gras, viel Taubkraut, Moos.
12 Ctr. Kainit	Wenig Gras. Das Taubkraut war verschwunden.
12 Ctr. Kainit u. 8 Ctr. Thomasschlacke	Guter Bestand an Gras und Klee.

Derselbe günstige Erfolg zeigte sich auf zwei höher, theilweise trocken belegenen Wiesen.

(Auf einer anderen Fläche übte eine einseitige Düngung mit Thomasschlacke zu Hafer ebensowenig eine Wirkung, als eine einseitige Kainitdüngung.)

Auf einer Niederungsmoor=Wiese in der Börger Mark (rechtsemsische Moore) wurde auf Veranlassung von Dr. Salfeld im Herbst 1884 eine Fläche von 12 Ar mit 160 kg Kali in Kainit und 120 kg Phosphorsäure in gefälltem Kalkphosphat (pro Hektar), eine gleichgroße Fläche mit derselben Menge Kainit und 120 kg Phosphorsäure in gemahlener Thomasschlacke bestreut. Der erste Schnitt am 6. Juli des laufenden Jahres lieferte folgende Mengen an Gras pro Hektar:

Bei Präcipitat	8200 kg
„ gemahlener Schlacke . .	8667 „

Mithin bei Rohschlacke ein Mehrertrag von 467 kg Gras pro Hektar.

Auf Veranlassung des Königlichen Forstmeisters Deckert wurden auf einer Niederungsmoor=Wiese in der Nähe des Wietings = Moores (Kreis Diepholz) in verschiedenen Lagen vier Versuchsreihen mit je 4 Parzellen angelegt, welche folgende Düngung pro Hektar erhielten:

a Ohne Düngung,
b 1250 kg Kainit,

---

*) Mittheilungen des Vereins. Jahrg. 1884, Nr. 8.

c 1250 kg Kainit und 625 kg gefälltes Kalkphosphat (mit 186 kg Phosphorsäure),
d 1250 kg Kainit und 625 kg gemahlene Thomasschlacke*) (mit 112½ kg Phosphorsäure).

Das gefällte Kalkphosphat war von den Anglo-Continentalen Guanowerken in Hamburg, die gemahlene Thomasschlacke von der Fabrik Hoyermann-Nienburg a. W. bezogen. Die Düngemittel wurden im Herbst des Jahres 1884 aufgebracht. Im Jahr 1885 erntete man folgende Mengen an trockenem Heu (pro Hektar in Kilogramm):

	a	b	c	d
Düngung	0	Kainit	Kainit + Präcipitat (186 kg Phosphors.)	Kainit + Schlacke (112½ kg Phosphors.)
Versuch 1**) (Boden gleichmäßig, Wasserstand 10 bis 40 cm unter der Oberfläche)	2700	3250	4575	4313
Versuch 2**) (Boden gleichmäßig, Wasserstand 10 bis 30 cm unter der Oberfläche)	3038	3550	3875	4313
Versuch 3 (Boden der Parzelle d stärker sandig, Wasserstand 40 bis 70 cm unter der Oberfläche) . .	1125	4050	5475	4225
Versuch 4 (Boden der Parzelle c stärker sandig, Wasserstand 40 bis 70 cm unter der Oberfläche) . .	2075	3100	3688	4375

Obige Zahlen lassen zunächst die günstige Wirkung des Kainit deutlich erkennen. Dieselbe tritt besonders auf den trockener gelegenen Parzellen hervor, welche ohne Düngung weit geringere Erträge lieferten, als die feuchter belegenen. Die Wirkung der gleichzeitig verabreichten Phosphorsäure ist zum Theil sehr bedeutend, so bei Versuch 1. Die Untersuchung einer von diesem

*) Seitens der Moor-Versuchs-Station war vorgeschlagen worden, in Präcipitat und Rohschlacke dieselben Mengen von Phosphorsäure zu geben. Im Interesse des Versuches ist es zu bedauern, daß der Rath nicht befolgt wurde.

**) Die zu den Versuchen 1 und 2 gehörigen Parzellen werden noch einen zweiten Schnitt liefern.

Wiesentheil entnommenen Bodenprobe hatte in 100 Theilen trockenen Bodens das erhebliche Quantum von 0.88 Theilen Phosphorsäure nachgewiesen. Nach der gleichzeitig vorgenommenen Bestimmung des Volumgewichts würden hiernach auf 1 ha Bodenfläche bis zur Tiefe von 20 cm

5931 kg Phosphorsäure*)

kommen, ein Quantum, welches meines Erachtens jede Phosphorsäurezufuhr unnöthig machen müßte. Wenn demungeachtet die Erträge auf den mit Phosphorsäure gedüngten Parzellen so viel höher waren, als auf den ohne Phosphorsäure gebliebenen, so muß geschlossen werden, daß die Phosphorsäure-Verbindungen (Limonitbildungen) hier nur nesterweise auftraten. (Die zur Untersuchung eingesandte Probe war nur von einer Stelle der Wiese entnommen worden.)

In der ersten Versuchsreihe brachte das Präcipitat pro Hektar 262 kg Heu mehr, in der zweiten Versuchsreihe dagegen 438 kg weniger als die Thomasschlacke. Bei den Versuchen 3 und 4 dürfte das einmal bei Präcipitat und das einmal bei Schlacke erzielte Plus zum größeren Theil auf die Beschaffenheit des Bodens zurückzuführen sein. Auf reinem Moorboden wurde mehr Gras erzielt, als auf dem mehr sandigen Boden. Bedenkt man, daß die Schlacken-Parzellen nur wenig mehr als die Hälfte der Phosphorsäuremenge erhalten hatten, welche den Präcipitat-Parzellen zugeführt worden war, so wird man aus den Versuchen die Ueberlegenheit der gemahlenen Schlacke über das Präcipitat herleiten müssen.

Ueber die Wirkung der gemahlenen Thomasschlacke (Peiner Phosphatmehl) auf den diesjährigen Versuchs-Parzellen des landwirthschaftlichen Haupt-Vereins Hannover berichtet Regierungsrath F. Brügmann**) Folgendes:

Im Jahr 1884 und 1885 wurden auf Moor- und Bruchwiesen neben Kainit vergleichsweise Thomasschlacke, Superphosphat und Nienburger Eisenpräcipitat in solchen Mengen aufgebracht, daß die Düngerkosten für alle Parzellen gleich waren. Während im Vorjahr, wo der Dünger erst gegen Ende März ausgestreut wurde, das Superphosphat sich etwas wirksamer zeigte, ergaben in diesem Jahr, wo die Düngung schon in der ersten Hälfte des Februar erfolgte, die mit Thomasschlacke behandelten Parzellen einen bedeutenden Vorzug vor den übrigen. Auf die Thomas-

*) In dem durch seine Fruchtbarkeit bekannten Cunrauer Drömlingsmoor kommen auf dieselbe Fläche bis zu gleicher Tiefe circa 1800 kg Phosphorsäure.

**) Hannoversche land- und forstwirthschaftliche Zeitung. Jahrg. 1885. Nr. 28, S. 574.

schlacke folgte in der Wirkung das Superphosphat und dann das Eisenpräcipitat. Die Thomasschlacke hatte sowohl das Wachsthum des Klees besonders des Schotenklees, als das der besseren Saftgräser (vornehmlich von Timotheegras und Wiesenfuchsschwanz) gefördert. Auf den im Vorjahr gedüngten Wiesen zeigte die Thomasschlacke eine bedeutend stärkere Nachwirkung als Superphosphat und Eisenpräcipitat.

Wirkung der rohen gemahlenen Thomasschlacke auf mineralischen Bodenarten.

Rittergutspächter Schierer*) in Margoninsdorf bei Colmar (Provinz Posen) verwendete auf mildem lehmigen Sandboden zu Erbsen und Hafer pro ha 200 kg gemahlene Schlacke. („Peiner Phosphatmehl") und 600 kg Kainit oder Krugit. Der Stand der Früchte war ein vorzüglicher und veranlaßte den Versuchsansteller diese Düngung auch für das folgende Jahr beizubehalten.

Auf leichtem sandigen Lehmboden mit Sandunterlage, welcher im Winter zu Rüben gepflügt worden war, baute G. Hoyermann**) a, in einer Düngung von 600 kg gemahlener Thomasschlacke (Peiner Phosphatmehl) und 300 kg Chilisalpeter; b, in einer Düngung von 400 kg 17 pCt. Superphosphat und 300 kg Chilisalpeter pro ha Zucker-Rüben. Auf beiden Flächen war der Stand der Rüben gut. Unterschiede zeigten sich nicht, auch trat die Reife gleichzeitig ein. Das Resultat war folgendes:

Düngung pro ha	Ertrag an Rüben pro ha	Zuckergehalt Procent
300 kg Chilisalpeter und 600 kg Thomasschlacke	28 600 kg	15.19
300 kg Chilisalpeter und 400 kg Superphosphat (17 pCt.)	28 400 kg	14.79

Es hat mithin ein Quantum von 600 kg Thomasschlacke mit ca. 108 kg Phosphorsäure dasselbe geleistet wie 400 kg Superphosphat mit 68 kg löslicher Phosphorsäure, oder 1 kg wasserlöslicher Phosphorsäure zeigte sich gleichwerthig mit 1.6 kg Schlacken-Phosphorsäure. Legt man den Zuckergehalt der Berechnung mit zu Grunde, so gestaltet sich dieselbe wie folgt: 108 kg Schlacken-Phosphorsäure producirten 4344 kg, 68 kg Superphosphat-Phosphorsäure producirten 4183 kg Zucker, mithin leistete 1 kg wasserlösliche Phosphorsäure soviel wie 1.5 kg Schlacken-Phosphorsäure.

Ebenso erzielte Dangers***), Windhausen bei Verwendung

---

*) Mittheilungen von Professor W. Henneberg, v. v. O.

**) Ber. der Phosphatfabrik Hoyermannn in Nienburg a. W.

***) 1884. Hannover, Th. C. Göhmann.

von Thomasschlacke (Peiner Phosphatmehl) (bei der Bestellung ausgestreut, einen Zuckerrüben-Ertrag von 35120 kg pro ha, während Superphosphatdüngung einen solchen von 34 940 kg ergab. Derselbe gibt an, daß die Schlacken-Rüben zuerst zurückgeblieben, dann aber rasch nachgekommen seien. Ob der um 1.8 pCt. niedrigere Zuckergehalt der letzteren hierauf, oder auf das zu späte Ausstreuen der Schlacke zurückzuführen ist, kann nicht entschieden werden.

Der Director des zur Hildesheimer Irrenanstalt gehörigen Gutes Einum, Rittmeister a. D. Schaumann, führte nach dem „Hannover'schen landwirthschaftlichen Vereinsblatt" (Jahrg. 1884, S. 45) mit verschiedenen Phosphaten einen vergleichenden Versuch bei Hafer aus, dessen Anlage und Ergebnisse aus der folgenden Tabelle hervorgehen. Die Phosphatgaben waren so bemessen, daß die Einzelparzellen gleiche Mengen Phosphorsäure enthielten.

Düngung pro Hektar:	Ertrag pro Hektar		Ertrag der Chili-Parzellen = 100 gesetzt	
	Körner kg	Stroh u. Spreu kg	Körner	Stroh u. Spreu
Ungedüngt	3657	4914		
198 kg Chilisalpeter .	3782	5289	100	100
198 kg Chilisalpeter und 390 kg Superphosphat	3691	5655	98	107
198 kg Chilisalpeter und 282 kg Nienburger Präcipitat	3793	5557	100	105
198 kg Chilisalpeter und 310 kg Thomasschlacke (Peiner Phosphatmehl)	3817	5828	101	110

Auf dem sehr intensiv bewirthschafteten Boden hatte mithin die Phosphorsäure auf den Körnerertrag so gut wie keine Wirkung geäußert, dagegen war die Wirkung der rohen Thomasschlacke auf den Strohertrag bemerkbar.

Dem bereits angezogenen Bericht des Dr. Salfeld an den Dirigenten der Moor-Versuchs-Station über die Versuche des Jahres 1885 in der Emsgegend entnehme ich weiter folgendes:

„Am interessantesten scheint ein comparativer Versuch bei Kartoffeln auf trocken gelegenem, humusarmem, sehr leichtem, feinkörnigem Diluvialsand in der Nähe von Lingen auszufallen. Die Grunddüngung auf allen Parzellen ist pro Hektar 900 kg Kainit und 400 kg Chilisalpeter. Außerdem erhielten 3 Parzellen pro Hektar 120 kg Phosphorsäure in Thomaspräcipitat, 3 Par-

zellen ebenso viel Phosphorsäure in Thomasschlacke, und 3 Parzellen keine Phosphorsäure. Auf letzteren Abtheilungen stehen die Kartoffeln ausnahmslos von Anfang an und jetzt sehr kümmerlich, auf den übrigen recht gut. Die Parzellen mit Präcipitat haben sämmtlich nur wenig kräftigere Entwickelung, als diejenigen mit Thomasschlacke. Die Wirkung der letzteren ist wider mein Erwarten bis jetzt sehr befriedigend. Ende October 1884 wurden auf dieser Versuchsfläche Kainit und Phosphate gegeben, im Herbst zweimal durch flaches Pflügen und in diesem Frühjahr zweimal durch tieferes Pflügen mit der Ackerkrume vermischt."

Ein ähnlicher Versuch wird augenblicklich Seitens der Moor-Versuchs-Station in der Nähe von Bremen auf jüngerem sandigen Alluvium mit Kartoffeln ausgeführt. Alle Parzellen erhielten pro Hektar 150 kg Kali in Kainit und 30 kg Stickstoff in Chilisalpeter; außerdem ein Theil der Parzellen 150 kg Phosphorsäure in Form von präcipitirtem Kalkphosphat, ein anderer Theil ebensoviel Phosphorsäure in Form von gemahlener Thomasschlacke, während ein dritter ohne Phosphorsäuredüngung blieb. Die bisherigen Besichtigungen des Feldes ließen deutlich erkennen, daß die Phosphorsäure wirkt und zwar zeichnen dem Habitus des Laubes nach die Schlackenparzellen sich unverkennbar vor den Präcipitatparzellen aus.

Einen vergleichenden Versuch über die Wirkung von Curacao-Superphosphat und gemahlener Thomasschlacke (Peiner Phosphatmehl) führte Gutsbesitzer Sarrazin*) in Snieciska bei Santomischel (Provinz Posen) auf einem Boden aus, welcher zum Theil als Gerstboden erster Klasse, zum Theil als Weizenboden zweiter Klasse anzusprechen ist. An Phosphorsäure wurde so viel gegeben, daß der Geldwerth der verwendeten Phosphate annähernd gleich war (pro Morgen für 7.77 M Superphosphat, für 7.50 M Thomasschlacke). Die Versuchsflächen wurden am 10. Septbr. 1884 mit Roggen bestellt. Während der Vegetationszeit war ein Unterschied im Stande der Vergleichsparzellen nicht bemerkbar. Pro Morgen wurden geerntet:

Bei Düngung mit	Körner	Stroh u. Spreu
110 Pfd. Superphosphat (22 Pfd. Phosphorsäure)	595 Pfd.	2395 Pfd.
300 Pfd. Thomasschlacke (54 Pfd. Phosphorsäure)	690 "	2130 "
Mehrertrag bei Thomasschlacke	95 Pfd.	

*) „Landwirthschaftliches Centralblatt für die Provinz Posen", 13. Jahrg. 1885, Nr. 33, S. 185.

Nach dem Berichterstatter ist das Ergebniß so überraschend, daß die Anstellung ähnlicher Versuche auch auf anderen Bodenarten durchaus angezeigt erscheint, und die Redaction des Posener Centralblattes macht darauf aufmerksam, daß der Erfolg des Phosphatmehls um so beachtenswerther sei, als mit demselben ca. 32 Pfd. Phosphorsäure mehr auf das Land gelangten, welche jedenfalls eine sehr günstige Nachwirkung ausüben würden.

Ueber einen Versuch auf sehr armem, seit Menschengedenken nicht mit thierischem Dünger gedüngtem Felde berichtet K. Graf zur Lippe in Martinswaldau (Schlesien) an Herrn G. Hoyermann (a. a. O.). Die Art der Düngung und Erträge*) sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Düngung pro Hektar:	Ertrag pro Hektar Garben Stück		Körner kg	
100 kg Chilisalpeter	392		528	
100 kg Chilisalpeter und 200 kg Kainit	448		608	
	a	b	a	b
100 kg Chilisalpeter, 200 kg Kainit und 200 kg 16 proc. Superphosphat	464	446	780	900
100 kg Chilisalpeter, 200 kg Kainit und 200 kg präcipitirtes Kalkphosphat	448	344	740	688
100 kg Chilisalpeter, 200 kg Kainit und 200 kg Nienburger Präcipitat	504	448	960	860
100 kg Chilisalpeter, 200 kg Kainit und 200 kg Thomasschlacke (Peiner Phosphatmehl) . . .	552	464	980	796

Nach den Erträgen der Controlparzellen zu schließen, wird das Feld keine genügend gleichmäßige Beschaffenheit besessen haben. Immerhin dürfte aus dem Versuch eine günstige Wirkung des Phosphatmehls (wie auch des Nienburger Präcipitats) herzuleiten sein.

Im folgenden Jahr erhielt das ganze Feld zu Kartoffeln eine kräftige Stallmistdüngung. Die im Vorjahr mit Nienburger Präcipitat und mit Thomasschlacke gedüngten Parzellen erzielten

*) Ueber die Versuchsfrucht ist nichts gesagt, dieselbe dürfte Roggen gewesen sein.

nach Schätzung annähernd den doppelten Ertrag, als das angrenzende Feld, welches zur Vorfrucht kein Phosphat erhalten hatte.

In dem oben zuletzt beschriebenen Versuche hatte das Eisenpräcipitat (Nienburger Präcipitat) eine günstige Wirkung bei einer Körnerfrucht und bei Kartoffeln ausgeübt, bei ersterer einen Mehrertrag von durchschnittlich ca. 50, bei letzteren einen solchen von ca. 100 pCt. (schätzungsweise) hervorgebracht.

Ueber weitere Versuche mit diesem Düngemittel berichtet Prof. Henneberg (a. a. O.): Ober-Amtmann Gudewill-Grohnde düngte milden Lehmboden (Rübenfeld) mit 600 kg einer Mischung von Nienburger Präcipitat und schwefelsaurem Ammon (12 pCt. Phosphorsäure, 6 pCt. Stickstoff). Die angesäeten Rüben gingen vortrefflich auf und zeichneten sich dadurch und durch ihr späteres Gedeihen vor den angrenzenden Ammoniak-Superphosphat-Rüben aus. Der Ertrag befriedigte nach Quantität und auch nach Qualität sehr gut.

Der Gutsbesitzer Söchting in Haverlah bei Ringelheim hat das gefällte Eisenpräcipitat in Verbindung mit Chilisalpeter zu Zuckerrüben, Mais, Kartoffeln, weißen Möhren, Folgererbsen mit gutem Erfolg verwendet. Bei den mit Eisenphosphat (erst bei der Bestellung gegeben, 400—500 kg pro Hektar) gedüngten Rüben zeigte sich im Jahr 1883 in der ersten sehr trockenen Zeit ein auffälliges Zurückbleiben der Pflanzen gegenüber den mit Superphosphat gedüngten, während die bereits früher gedüngten oder nach dem Ausstreuen des Düngers nochmals gepflügten Parzellen den Superphosphatflächen nicht nachstanden. Sobald jedoch Regen eintrat, erholten die Rüben sich zusehends und ergaben durchschnittlich 40 000 kg pro Hektar.

Im Jahr 1884 wurde, wie G. Hoyermann mittheilt, dieselbe Beobachtung gemacht. Die mit Eisenpräcipitat gedüngten Rüben blieben zuerst gegen die Superphosphatrüben zurück, machten dann aber „so erstaunliche wunderbare Fortschritte“, daß sie die anderen Rüben einholten, zum Theil überholten. Und zwar trat diese Erscheinung sowohl bei spätem, als bei frühem Ausstreuen des Präcipitat ein (8 bis 42 Tage vor der Bestellung).

Eine günstige Wirkung des Präcipitat bei Rüben und Halmfrüchten beobachtete auch Administrator Koch-Nettlingen auf Kalkboden und leichterem Boden. Desgleichen J. Vollmer Dingelbe bei Winterkorn, Roggen und Weizen.

Ueber die vielfachen Versuche, welche den hohen Werth des Kalkpräcipitates nachgewiesen haben, ist in den jedem Interessenten

leicht zugänglichen Quellen referirt worden. Ich glaubte mich hier auf die bisherigen Beobachtungen über die Rohschlacke und das Eisenpräcipitat beschränken zu sollen.

Wie bereits im Anfang dieses Abschnittes bemerkt wurde, bedürfen die Angaben über die landwirthschaftliche Wirkung der Schlacke und der daraus hergestellten Phosphate noch sehr der Vervollständigung, um zu einem sicheren Urtheil zu berechtigen. Indessen scheint doch aus den bisherigen Beobachtungen schon soviel hervorzugehen, daß nicht bloß die aus der Thomasschlacke hergestellten **Präcipitate**, sondern auch — was weit wichtiger ist — **die rohe Schlacke selbst im fein gemahlenen Zustande** von großer Bedeutung für die Praxis der Düngung zu werden verspricht. Und zwar nicht bloß auf sauren Moorböden, auf denen selbst die schwerstlöslichen Phosphate mit den Superphosphaten concurriren können, ja diese in ihrer Wirkung weit übertreffen, sondern auch auf Niederungsmoor und auf mineralischen Bodenarten. So lange wir über die Wirkung der Schlacke auf letzteren noch keine ausgibigeren Erfahrungen besitzen, wird es allerdings sich empfehlen, vorläufig noch etwas größere Quantitäten, und diese etwas früher auf das Land zu bringen, als wir bei den chemisch präparirten Phosphatdüngern es für nöthig halten; indessen gewährt die chemische und mechanische Constitution der Schlacke die Aussicht, daß bei feinster mechanischer Zerkleinerung ihre völlige Gleichwerthigkeit mit den Präcipitaten sich herausstellen wird.

Wie es sich bei letzteren, nicht minder wie bei den Superphosphaten, empfiehlt, sie durch Pflügen und Eggen auf dem Acker unterzubringen und möglichst mit der Ackerkrume zu vermengen, so gilt das Nämliche in demselben Maße für die Rohschlacke; nur Wiesen, bei welchen das Unterbringen durch mechanische Eingriffe ausgeschlossen ist, wird man, um der mechanischen und chemischen Einwirkung der Atmosphärilien und des Bodenwassers Zeit zu lassen, beide Düngerarten möglichst früh aufzubringen haben. Die in der Praxis bisher verwendeten Quantitäten Schlacke schwanken zwischen 1 und 4 Centner pro Morgen.

Natürlich wird die Schlacke, ebenso wie andere Phosphate, unter manchen Umständen nur im Verein mit Kalisalzen oder mit Stickstoffverbindungen oder mit beiden Düngemitteln die erwünschte Wirkung ausüben. Bei einigen Düngerformen werden dann aus [illegible] [illegible] [illegible]. Es ist daher [illegible] aufmerksam zu machen, daß [illegible] [illegible]

3*

sein müssen, wenn nicht das Gemisch binnen Kurzem in sehr störendem Maße fast cementartig erhärten soll. Ein Gemisch von Kainit mit Thomasschlacke verhärtet sich in wenigen Tagen zu einem festen Block. Ebenso erhielt die Moor-Versuchs-Station vor Kurzem ein Gemenge von Blut und Thomasschlacke, welches harte, zum Ausstreuen wenig geeignete Stücke bildete. Wahrscheinlich war das zugesetzte Blut nicht genügend eingetrocknet gewesen. Ich will noch bemerken, daß dasselbe Mittel, welches diesseits vorgeschlagen wurde, um das Erhärten des Kainits zu verhindern, nämlich der bei der Torfstreufabrikation abfallende Torfstaub, auch hier vorzügliche Dienste leistet.

Anhang.

Die Größe der Thomasschlacken-Production auf deutschen Werken.

In Deutschland incl. Luxemburg existiren augenblicklich zwölf Werke, welche bereits Thomasschlacke gewinnen, zwei weitere sind noch nicht im Betrieb. Die Größe der Production, der durchschnittliche Gehalt der gewonnenen Rohschlacke an Phosphorsäure und die bisherige Verwendung der Schlacke geht aus der folgenden Zusammenstellung hervor, welche sich auf die von den einzelnen Werken — freundlichst gemachten Mittheilungen stützt. Nach derselben wird binnen kurzer Zeit die jährliche Schlackenproduction in Deutschland*) voraussichtlich mindestens

200 000 Tons = 4 000 000 Ctr.

betragen.

Das würde, bei einem durchschnittlichen Gehalt von 17.5 pCt. Phosphorsäure, einem Quantum von 700 000 Ctr. Phosphorsäure entsprechen.

Dagegen rechnet Dr. A. Frank**) — wohl etwas zu niedrig — für die deutschen und österreichischen Werke eine Gesammtproduction von 500 000 Ctr., Commerzienrath Meyer-Celle für die 1884 in Betrieb befindlichen deutschen Werke allein eine Production von 500 000 Ctr. Phosphorsäure heraus.

Wie die Rubrik „Bemerkungen" ausweist, wird die Schlacke bis jetzt nur in sehr beschränktem Umfange zur Düngerbereitung verwendet. Ein großer Theil kommt ungenutzt auf die Halde, ein größerer Theil wird als Zuschlag zum Roheisen verwendet, um dasselbe in einem für den Thomasproceß günstigen Grade mit Phosphor anzureichern. Bei steigender Nachfrage nach Thomasschlacke würde man diesen Theil leicht und mit Vortheil durch Raseneisenstein ersetzen können, welchen das nördliche Deutschland im Ueberfluß bietet. Es wird mithin das ganze berechnete Phosphorsäurequantum der Landwirthschaft zur Verfügung gestellt werden können.

*) Mittheilungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen. Sitzung vom 6. Oct. 1884.

**) Protocolle der Sitzungen des Central-Ausschusses der Königlichen Landwirthschafts-Gesellschaft zu Celle, 1884, S. 32 u. ff.

Laufende Nummer	Eisenwerk	Menge der gewonnenen Schlacke pro Jahr Tonnen	Phosphorsäuregehalt der Erze bezw. der Erzmischung	Phosphorsäuregehalt des Roheisens	Angeblicher Phosphorsäuregehalt der Schlacke
1	Actien-Gesellschaft Phönix, Lahr bei Ruhrort	30 000 (bei vollem Betrieb)	2.9 pCt.	2.5 pCt.	14.66 pCt.
2	Rheinische Stahlwerke in Ruhrort	ca. 15 000	Die Werke verarbeiten nur Roheisen.	ca. 2 pCt.	15—20 pCt.
3	Aachener Hütten-Actien-Verein „Rothe Erde"	ca. 30 000	—	1.75—2.0 pCt.	16—19 pCt.
4	Gebrüder Stumm, Neuenkircher Eisenwerk bei Saarbrücken	ca. 7 000	—	2.5—3.0 pCt.	16—20 pCt.
5	Gutehoffnungshütte, Actien-Verein für Bergbau und Hüttenbetrieb in Oberhausen II	900—1 000	ca. 2.5 pCt.	ca. 2.5 pCt.	ca. 18 pCt.
6	Bochumer Verein für Bergbau und Gußstahlfabrikation in Bochum	5 500—6 000	2.08—2.13 pCt.	2.75—3.0 pCt.	11.39 14.76 14.91 15.87
7	„Union", Actien-Gesellschaft für Bergbau, Eisen- und Stahl-Industrie zu Dortmund	5 000—18 0001	0.5—2.0 pCt.	2.5—3.0 pCt.	18.50 pCt.
8	Eisen- und Stahlwerk Hoesch, jetzt Actien-Gesellschaft in Dortmund	—	—	—	—
9	Hoerder Eisenwerk Hoerde	über 15 000	3.0 pCt.	2.5 pCt.	16—20 pCt.
10	Actien-Gesellschaft Peiner Walzwerk	ca. 20 000	ca. 2.3 pCt.	2.8—2.9 pCt.	17—22 pCt.
11	Mrs. les Petits fils de Fois de Wendel & Co., Hayingen in Lothringen	ca. 20 000	ca. 1.71 pCt.	ca. 1.70 pCt.	12—18 pCt.
12	Oberschlesische Eisenbahn-Bedarfs-Actien-Gesellschaft Friedenshütte bei Morgenroth in Oberschlesien	?	—	2.07—3.0 pCt.	20.2—20.6—24.0 pCt.
13	Vereinigte Königs- und Laurahütte zu Königshütte in Oberschlesien	—	—	—	—
14	Stahlwerk Kaiserslautern (Gebr. Gienanth)	ca. 10 000	—	—	16—18 pCt.
15	Eisenhütten-Actien-Verein Dudlingen (Großherzogthum Luxemburg)	ca. 27 000*)	1.6—2.2 pCt. Luxemb. Eisenerze „Minettes"	1.8—2.0 pCt.	?

Bemerkungen zu vorstehender Tabelle.

ad 1) Findet bislang noch keine Verwendung.

ad 2) Die Schlacke wird vorläufig auf die Halde gefahren.

ad 3) Die Schlacke wird zum Theil von der Gesellschaft „Fertilitas“ in Stolberg zu Dünger verarbeitet, zum Theil seitens der Blei- und Zinkhütten für die Hochöfen verbraucht, zum weitaus größeren Theil auf die Halde geschüttet.

ad 4) Das Roheisen wird erst durch Zusatz von Schlacke hinreichend phosphorreich gemacht. Bis jetzt hat nur eine versuchsweise Verwendung stattgefunden.

ad 5) Die Thomasschlacke findet in Fabriken von Düngemitteln Verwendung.

ad 6) Die Thomasschmelze dient hauptsächlich als sehr weiches Gußeisen für andere Fabrikate, welches augenblicklich nicht stark verlangt wird. Der Betrieb ist deswegen augenblicklich sehr eingeschränkt. Früher wurden bis zu 1400 Tonnen Schlacke gewonnen.

ad 7) Vorläufig wird noch die Hälfte der Converterschlacke zum Betriebe selbst, nämlich zur Wiedereinführung des Phosphors in das Roheisen, verwendet. Bei größerer Nachfrage würde man anstatt dessen billige phosphorsäurehaltige Erze verwenden. Augenblicklich ist die Nachfrage jedoch noch zu gering, um größere Anlagen zum Mahlen oder Schlemmen zu rechtfertigen.

ad 8) Das Thomaswerk ist noch nicht im Betrieb.

ad 9) Ein großer Theil der Schlacke geht in den Hochofen zurück, ein Theil wird an die Gesellschaft „Fertilitas“ in Hörde behufs Herstellung von Präcipitat abgegeben.

ad 10) Die Thomasschlacke wird im gemahlenen Zustande als Düngemittel verkauft und in großen Posten seitens der Gebrüder Hoyermann-Hoheneggelsen (bezw. Nienburg a. W.), sowie seitens der Firma Bethge, Ohage & Totte in Magdeburg zu Dünger verarbeitet.

ad 11) Die Schlacke wird bis jetzt nur in sehr beschränktem Maße benutzt.

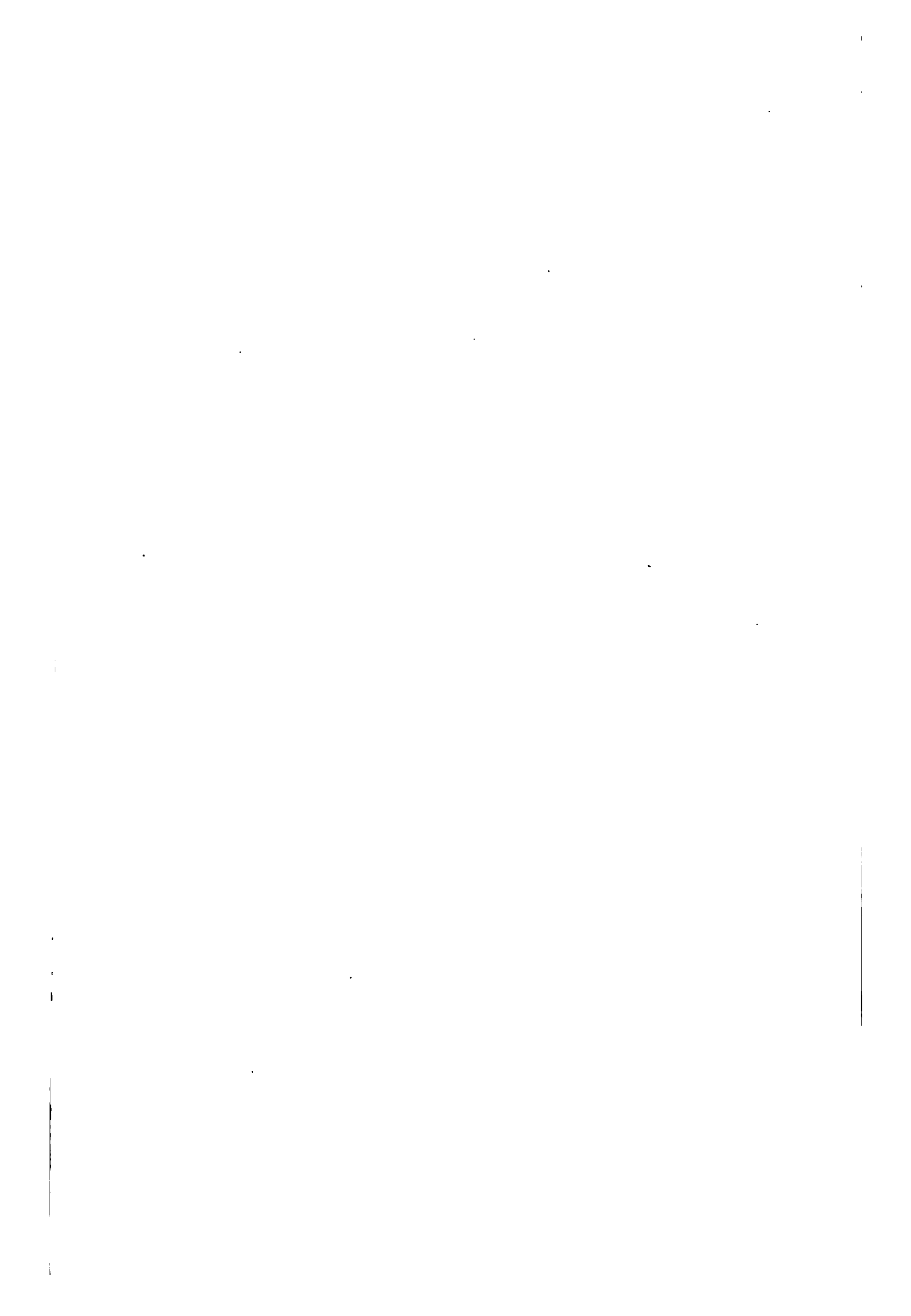
ad 12) Die erzielte Schlacke wird vorläufig ausschließlich als Zusatz zum Roheisen verwendet.

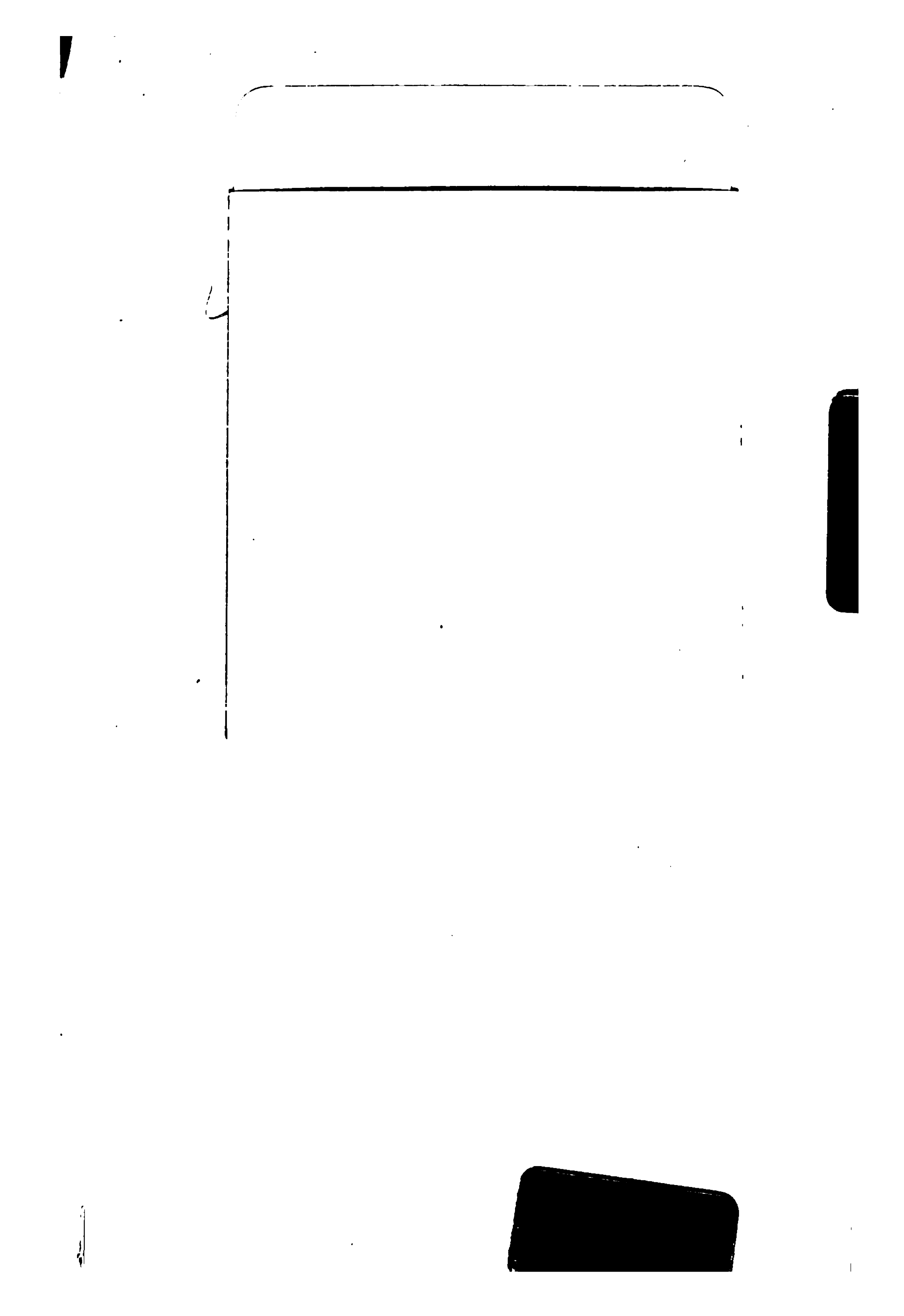
ad 13) Befindet sich erst im Anfang des basischen Betriebes, dessen voraussichtlicher Umfang sich noch nicht feststellen läßt.

ad 14) Das Werk bietet die Schlacke zu 20 M pro 200 Ctr. franco Waggon und Werk an.

ad 15*) Beabsichtigte Production. — Das Werk ist noch nicht im Betrieb.

Berlin. Druck von W. Büxenstein.







Berlin, Druck von W. Büxenstein.